NR IND 372161

praktyczny Elektronik

WWW.PE.COM.PL

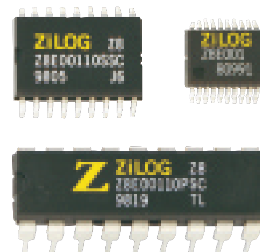
nr 8'2000 (97) CENA 4,80 PLN ISSN 1232-2628



Kontrolery OTP rodziny Z8 skracają czas wejścia produktu na rynek i rozszerzają Twoje możliwości.

Z8 / Z8 Plus
· Pamięć ROM/OTP od 0,5 kB do 64 kB
· Napięcie pracy 2 - 6V
· Częstotliwość zegara DC -16 MHz
· Obudowy od 18 do 64 nóżek
· Oscylator kwarcowy, ceramiczny lub RC
· Dwa tryby oszczędzania energii

- Architektura wewnętrzna oparta na rejestrach.
- Bogaty i łatwy w użyciu zestaw instrukcji.
- Łatwe przełączanie kontekstowe rejestrów roboczych.
- Power On Reset (POR), Voltage Brown-out Detect (VBO), 2 komparatory, 7 poziomów przerwań (wektoryzowane), ROM protect, RAM protect.
- Sprzętowy wybór ograniczenia emisji EMI.
- Duża rodzina układów ułatwia swobodny wybór.





Great ideas start with why?
Great solutions start with



Eurodis Microdis Electronics Sp. z o.o. • **Wrocław**: ul. Sudecka 74, 53-129 Wrocław, tel. +71 3675741, fax +71 3677254 • **Warszawa:** tel. +22 8639014, fax +22 8639014 • **Sosnowiec:** tel. +32 2936758, fax +32 2936759 • **Gdańsk:** tel. +58 5524816, fax +58 5543113 • e-mail: marketing@eurodis.com.pl •www.eurodis.com •www.eurodis.com.pl

Zwykła karta graficzna

Kupiłem niedawno kartę graficzną do komputera. Niezmiernie zaskoczyła mnie jej dość niska cena, tylko 102 zł. Zacząłem przyglądać się temu kawałkowi elektroniki i technologii. Płytka drukowana czterowarstwowa, z mikroowierceniami, czyli otworami o średnicy ok. 0,5 mm. Na samej płytce mieści się kilka układów, w tym dwie pamięci RAM układ specjalizowany z procesorem, jakieś dwie kości pomocnicze. Oprócz tego garść elementów dyskretnych i oczywiście elementy mechaniczne: „śledź" i gniazda. Wszystko to razem kosztuje niecałe 25$. Karta przyjechała do nas z dalekiego wschodu. Sądzę, że transport, cła i inne opłaty wraz z marżą handlową wynoszą około połowę ceny karty. Zatem u producenta loco brama zakładu urządzenie to kosztuje nie więcej niż 13$.

Co najbardziej w tym wszystkim zadziwia, to niewielka cena zbytu. Wszak wychodzi po 2$ za „kość", a reszta jest za darmo. Podejrzewam, że produkcja jest w pełni zautomatyzowana, ale przecież są tam ludzie, choćby do pilnowania całego „bałaganu". Zysk na produkcji tej karty wynosi góra 1 ÷ 2$. Wprost niewiarygodne, przy kosmicznej technologii zastosowanej do wyprodukowania tej karty. Warto też wspomnieć, że producenci podzespołów zamontowanych na tej karcie też muszą z czegoś żyć, a myślę, że żyją nieźle skoro stać ich na tak kosztowne inwestycje jak budowa fabryk półprzewodników lub kart graficznych.

Przeciwieństwem tego jest lot z Europy do Nowego Jorku samolotem Cocnord za jedyne 10000$. Aby wybrać się w taką podróż trzeba wyprodukować co najmniej 5000 kart video. Można jednak przypuszczać, że takie karty produkowane są jak kapsle do butelek od piwa, a serie produkcyjne osiągają miliony a może dziesiątki milionów sztuk. Wtedy z jednego dolara zysku powstają miliony i dziesiątki milionów dolarów.

Redaktor Naczelny
Dariusz Cichoński



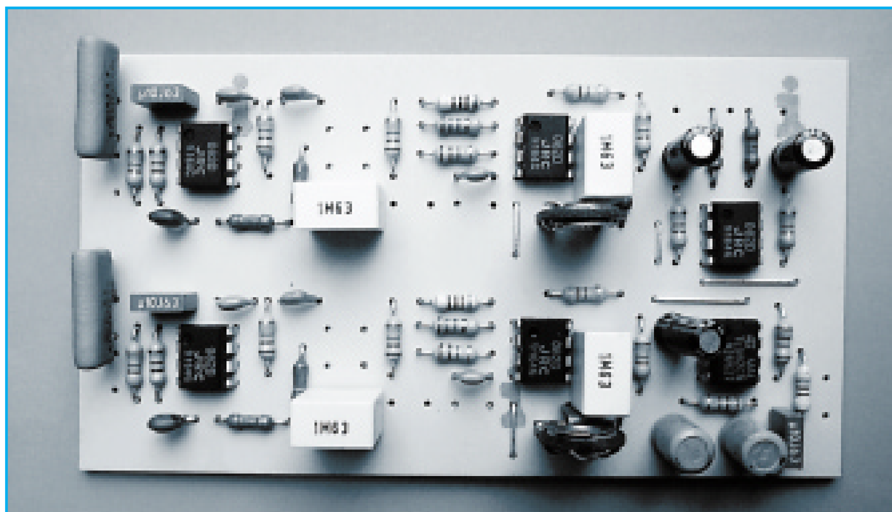
Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Orientacyjny czas oczekiwania wynosi 3 tygodnie. Zamówienia na płytki drukowane, układy programowane i zestawy prosimy przesyłać na kartach pocztowych, na kartach zamówień zamieszczanych w PE, faksem lub pocztą elektroniczną. Koszt wysyłki wynosi 8 zł bez względu na kwotę pobrania. W sprzedaży wysyłkowej dostępne są archiwalne numery "Praktycznego Elektronika", wykaz numerów na stronie 20. Kserokopie artykułów i całych numerów, których nakład został wyczerpany wysyłamy w cenie 2,50 zł za pierwszą stronę, za każdą następną 0,50 zł + koszty wysyłki.

Adres Redakcji:
„Praktyczny Elektronik"
ul. Jaskółcza 2/5
65-001 Zielona Góra
tel/fax.: (0-68) 324-71-03 w godzinach 8^{00}-10^{00}
e-mail: *redakcja@pe.com.pl*; *http://www.pe.com.pl*
Redaktor Naczelny:
mgr inż. Dariusz Cichoński
Z-ca Redaktora Naczelnego:
mgr inż. Tomasz Kwiatkowski
Redaktor Techniczny:
Paweł Witek

Zdjęcie na okładce: Ireneusz Konieczny
Druk: Zakłady Graficzne „ATEXT" Gdańsk

Aktywny korektor basów

W zestawie elektroakustycznym najważniejszą rolę odgrywają zestawy głośnikowe, nazywane także kolumnami. Fakt ten jest z reguły mało doceniany przez większość melomanów. Nawet ci, którzy wydają spore pieniądze na sprzęt bardziej kierują się parametrami i wyglądem urządzeń elektronicznych niż jakością i brzmieniem kolumn. Artykuł przedstawia układ aktywnego korektora basów mogący poprawić odtwarzanie najniższych tonów. Stosowanie korektora basów nie jest kosztowne i w zasadzie nie wymaga przerabiania wzmacniacza.



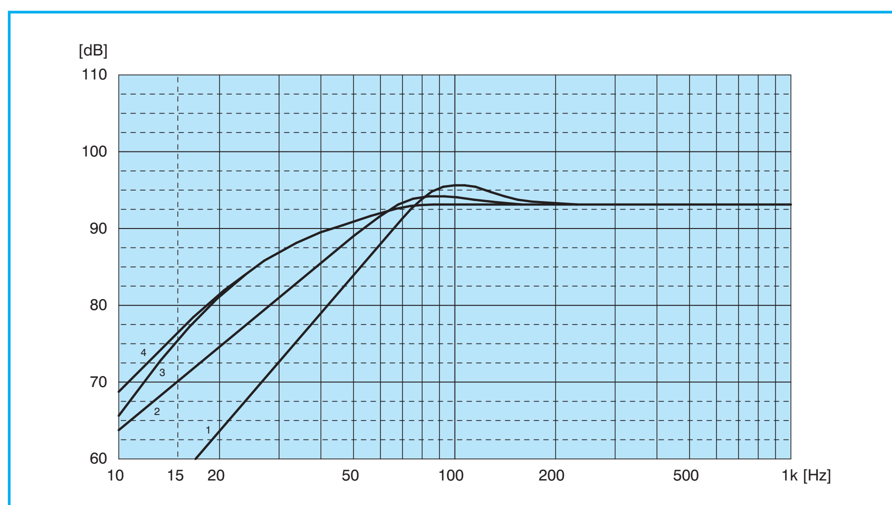
Kilkadziesiąt lat temu domowe zestawy głośnikowe nie miały problemów z odtwarzaniem częstotliwości środkowych, natomiast tony niskie i wysokie były upośledzone. Rozwój produkcji głośników kopułkowych wyeliminował problemy z wyższymi częstotliwościami pasma akustycznego. Dziś każda dobrej klasy kolumna posiadająca głośnik kopułkowy odtwarza bez zastrzeżeń tony wysokie. Związane jest to z dopracowanymi konstrukcjami głośników kopułkowych i ich stosunkowo niska ceną. Problemy z tonami niskimi pozostały dalej nie rozwiązane. Dokładniej mówiąc można je rozwiązać stosując wysokiej jakości duże głośniki niskotonowe w odpowiednio dużych obudowach. Pociąga to za sobą niemałe koszty. Dalej zajmować będziemy się tylko częstotliwościami niskimi, zakładając że „góra" jest dobra.

Generalnie można powiedzieć, że im większa kolumna tym lepsze odtwarzanie basów. Na rysunku 1 przedstawiono przykładowe charakterystyki przenoszenia głośnika niskotonowego o średnicy 30 cm w funkcji częstotliwości, dla różnych wielkości obudowy. Charakterystyka oznaczona numerem 1 odpowiada obudowie zamkniętej o objętości ok. 150 dm³, a kolejne obudowie zamkniętej o objętości 90 dm³, 35 dm³ i 16 dm³. Z przebiegu charakterystyk widać wyraźnie, że ten sam głośnik sprawuje się tym gorzej im obudowa jest mniejsza. Obudowa 16 dm³ jest wyraźnie za mała dla tak dużego głośnika stąd podbicie w okolicach częstotliwości 100 Hz, które może już być zauważalne.

Twórcy małych zestawów grających chcąc obniżyć cenę stosują małe kolumny, a wzmacniacze wyposażają w różnego rodzaju „dopalacze" dla basów. Na pierwszy rzut ucha daje to efekt. Ale wprawiony meloman od razu połapie się, że brzmienie takich „katarynek" nie jest takie jak powinno być. Wystarczy wybrać się na dowolny koncert, nawet kiepskiej kapeli, posiadającej nienajlepszy sprzęt a także nienajlepszego realizatora aby usłyszeć brzmienie „koncertowe", z soczystymi basami, które jednak są ostre, a mocne uderzenie stopki odbiera się jako ucisk na klatce piersiowej. Takie basy bardzo rzadko można spotkać w domu.

Wszystkiemu są winne zestawy głośnikowe. Za dobrej jakości zestaw można uznać taki, którego pasmo przenoszenia zaczyna się od 45 Hz, bardzo dobry oznacza 35 Hz wyśmienity poniżej 30 Hz. Oczywiście odnosi się to do rzetelnych danych podawanych przez producenta zestawu (co dzisiaj jest rzadkością). Dobre przenoszenie niskich częstotliwości wymaga stosowania dużych głośników niskotonowych a zatem moc tego typu zestawów z reguły przekracza 100 W.

Często kupując kolumny w pierwszej chwili zachwyceni jesteśmy ich brzmieniem. Po kilku jednak dniach lub tygodniach dochodzimy do wniosku, że jednak coś im brakuje. Sam posiadam bardzo dobry zestaw głośnikowy BOLERO 200 polskiej produkcji i często spotykam się z opiniami osób które mają okazję posłuchać tych kolumn, że są one doskonałe (według mnie prawie doskonałe). Ucho i cały zmysł słuchu nie jest precyzyjnym analizatorem widma, miernikiem poziomu, ani innym precyzyjnym mechanizmem. Posiada ono jednak doskonałą możliwość przeprowadzenia porównania.



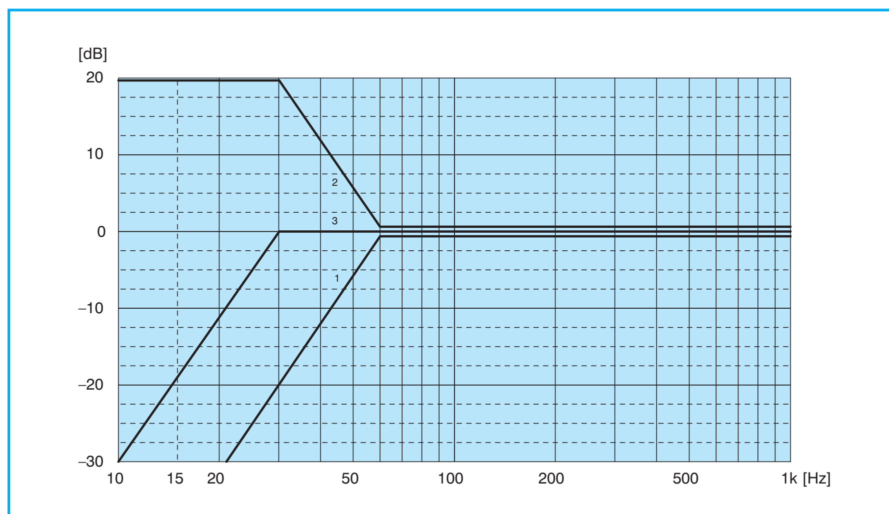
Rys. 1 Charakterystyki przenoszenia głośnika niskotonowego w zależności od częstotliwości i wielkości obudowy

Przesłuchanie tej samej płyty raz przy użyciu dobrych kolumn a raz przy kiepskich kolumnach od razu pozwala wychwycić różnicę.

Wszystko pięknie i ładnie, ale co zrobić kiedy wpakowaliśmy ciężkie pieniądze w kolumny które nie zadowalają nas. Wyjścia są dwa jedno przedstawiono w Praktycznym Elektroniku PE 5/2000 w artykule pt. „Aktywny subwoofer”. Rozwiązanie to nadaje się dla kolumn, którym nie jest w stanie pomóc żadna reanimacja, czyli takim których pasmo zaczyna się powyżej 70÷90 Hz. W takim wypadku trzeba zbudować dodatkową kolumnę odtwarzającą tony najniższe. Przy okazji chciałem podkreślić, że słuchanie samego subwoofera nie prowadzi do niczego ciekawego. Wydaje on tylko przeciągłe „jęki” i „pohukiwania”. Jego działanie daje się zauważyć dopiero przy współpracy z normalną kolumną głośnikową, kiedy to muzyka zaczyna nabierać brzmienia i kolorytu.

Drugie rozwiązanie to aktywna korekcja najniższych częstotliwości. Rozwiązanie to nadaje się do kolumn średniej jakości, których dolna częstotliwość graniczna mieści się w przedziale 40÷70 Hz. Idea działania aktywnej korekcji basów polega na skompensowaniu spadku charakterystyki zespołu głośnikowego przez aktywny układ filtru pasmowoprzepustowego. Na rysunku 2 zamieszczono idealizowany przebieg charakterystyki kolumny (krzywa 1). Jeżeli charakterystykę przedwzmacniacza ukształtuje się tak aby miała ona przebieg lustrzany (krzywa 2) to otrzyma się płaską charakterystykę odtwarzania kolumn głośnikowych (krzywa 3). Oczywiście w praktyce takie idealne skompensowanie charakterystyki nie jest możliwe. Tą metodą można poszerzyć pasmo przenoszenia całego zestawu o 20, góra 30 Hz. W praktyce prawie, że nie możliwe jest zejście z charakterystyką poniżej 30 Hz. Jako, że układ korektora jest prosty i dość tani można spróbować co da się osiągnąć na domowym zestawie. Na rysunku 3 zamieszczono przykładowy przebieg charakterystyki przenoszenia kolumny z otworem (krzywa 1) oraz kolumny z aktywną korekcją basów (krzywa 2).

W warunkach domowych nie ma możliwości dokładnego przeprowadzenia kompensacji charakterystyki. Niezbędna do tego jest komora bezechowa i cały układ pomiarowy. Okazuje się jednak, że nad podziw dobre efekty można uzyskać posługując się tylko uchem, dobrym wzmacniaczem i płytami CD z bardzo dobrze nagraną muzyką.



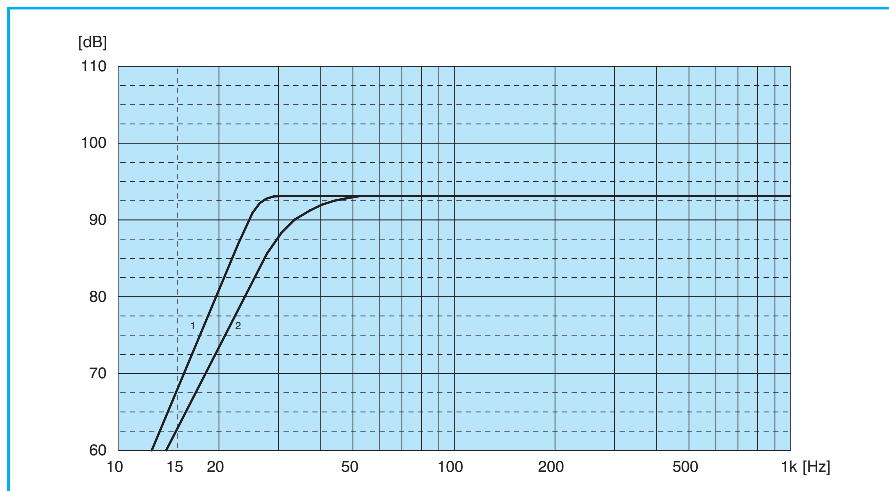
Rys. 2 Idealizowana charakterystyka częstotliwościowa: 1) zespołu głośnikowego, 2) przedwzmacniacza, 3) całego zestawu

Do przeprowadzenia korekcji nie nadają się zwykłe regulatory barwy dźwięku, ani korektory graficzne. Korekcja tonów niskich we wzmacniaczu rozpoczyna się bowiem od częstotliwości rzędu 800 Hz do 1 kHz. Maksimum podbicia przypada z reguły na 100 Hz. Taki układ regulacji bardziej wpływa na barwę dźwięku niż na korekcję charakterystyki przenoszenia kolumny. Prawdziwe (soczyste) basy leżą w przedziale 30÷70 Hz i te częstotliwości należy korygować. Podobnie zwykły korektor graficzny z regulacją pięcio- lub siedmiopunktową nie obejmuje interesujących nas częstotliwości. Można pokusić się o przeprowadzenie prób z korektorem dziesięciopunktowym. Dobre efekty powinien natomiast dać korektor dwudziesto- i więcej punktowy, ale takie cacko jest w domach niezmierną rzadkością.

Opis układu

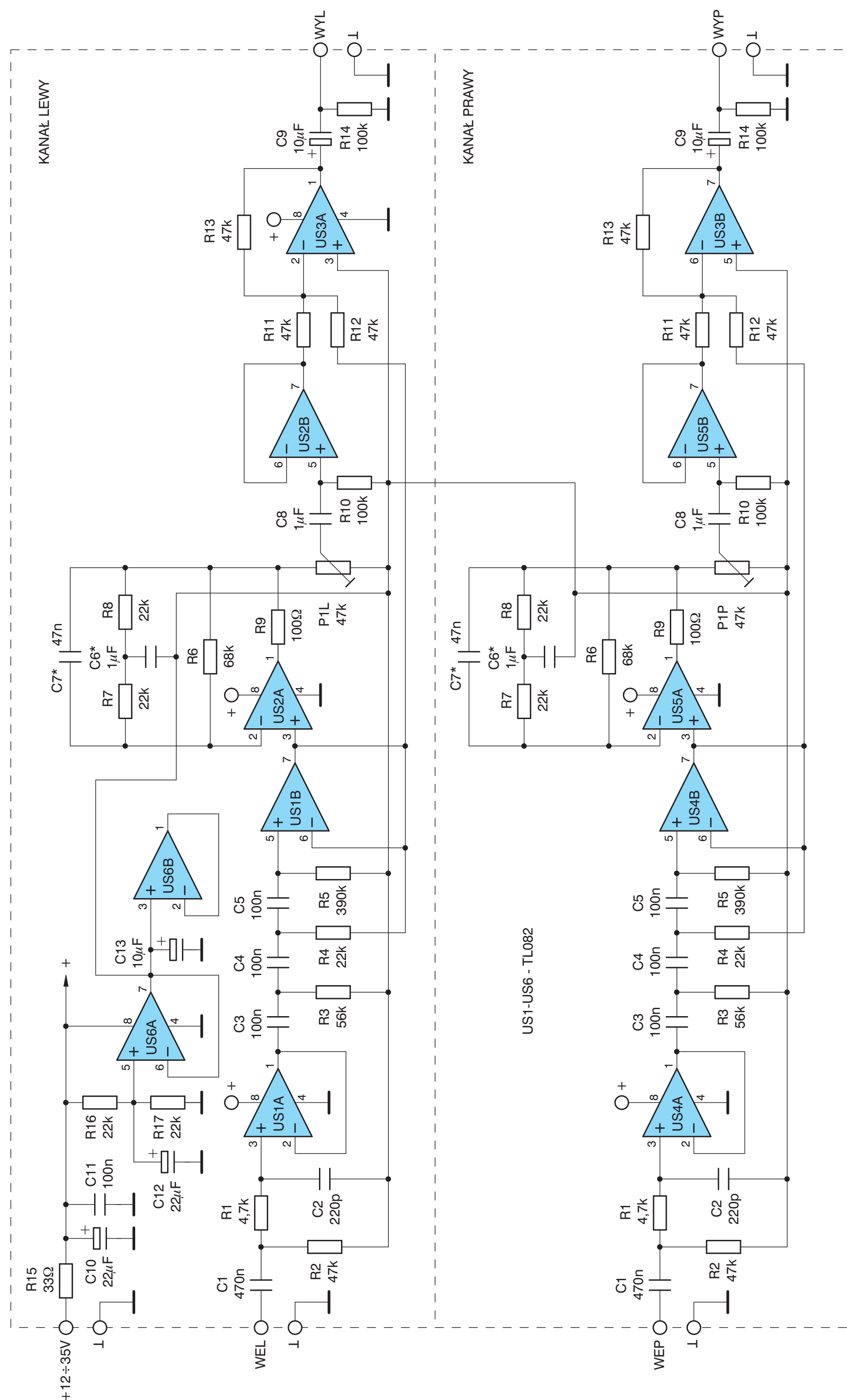
Schemat układu korektora zamieszczono na rysunku 4. Na wejściu układu znajdują się dwa filtry. Pierwszy z nich jest filtrem górnoprzepustowym a tworzą go elementy C1, R2. Częstotliwość załamania filtru wynosi ok. 10 Hz. Drugim jest górnoprzepustowy o częstotliwości załamania 150 kHz. Za filtrami znajduje się wtórnik napięciowy US1A stanowiący dopasowanie impedancji niezbędne dla prawidłowej pracy kolejnego filtru dolnoprzepustowego trzeciego rzędu. Nachylenie charakterystyki filtru jest bardzo strome i wynosi 18 dB/okt. Częstotliwość załamania charakterystyki tego filtru wynosi 20 Hz. Filtr ten zrealizowano w układzie aktywnym, ze wzmacniaczem operacyjnym US1B, tak więc w paśmie przepustowym nie wnosi on tłumienia.

Rodzi się pytanie dlaczego na samym wstępie korektora basów zastosowano tak

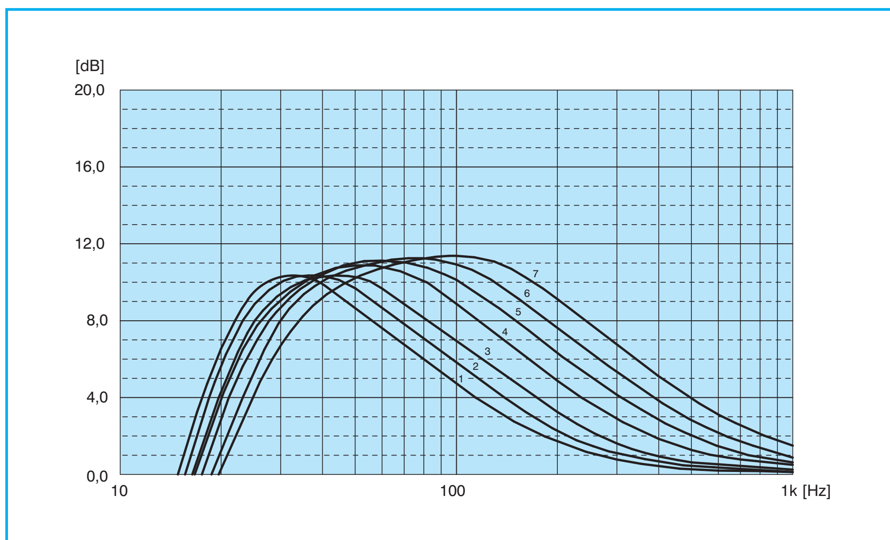


Rys. 3 Charakterystyka kolumny z otworem: 1) bez korekcji, 2) z korekcją

wiele rozbudowanych filtrów. Oczywiście ma to swoje uzasadnienie. Filtr ograniczający górną częstotliwość graniczną zabezpiecza wzmacniacz mocy przed dostawaniem się do niego sygnałów leżących poza jego pasmem. Szerokość pasma przenoszenia wzmacniacza mocy powinna być większa niż przedwzmacniacza. Bez uszczerbku dla jakości odtwarzanej muzyki można ograniczyć górną częstotliwość jeszcze bardziej np. do 75 kHz zmieniając kondensator C2 na 430 pF. Najważniejsze jednak są filtry górnoprzepustowe. Ucho i tak nie jest w stanie usłyszeć dźwięków o częstotliwościach poniżej 20 Hz, więc



Rys. 4 Schemat ideowy aktywnego korektora basów



Rys. 5 Charakterystyki aktywnego korektora basów (patrz Tabela 1)

nie ma sensu doprowadzanie takich sygnałów do wzmacniacza. Natomiast te niepożądane sygnały które mogą pojawiać się na wyjściu odtwarzacza CD lub gramofonu, są wzmacniane i doprowadzane do głośnika niskotonowego. Obciąża to niepotrzebnie wzmacniacz mocy a także głośnik, mogąc być przyczyną powstawania nadmiernych zniekształceń.

Właściwa korekcja basów jest przeprowadzana w aktywnym filtrze pasmowym typu T (US2A). Mostek typu T charakteryzuje się dużą wartością impedancji przy częstotliwości rezonansowej. W jego skład oprócz wzmacniacza wchodzą elementy R7, R8, C6, C7. Jeżeli układ taki zostanie umieszczony w pętli sprzężenia zwrotnego wzmacniacza uzyska się charakterystykę płaską poza pasmem zaporowym, w którym następuje wzmocnienie. Dobrane tu elementy mostka T nie spełniają dokładnie kryterium maksymalnego tłumienia, co ma na celu uzyskanie odpowiednio ukształtowanej charakterystyki. Dodatkowo charakterystyka jest „spłaszczona" przez zastosowanie równoległego rezystora R6. Dzięki temu układ „podbija" częstotliwości środkowe maksymalnie o 10 dB.

Częstotliwość środkowa filtru pasmowego może być zmieniana przez dobór kondensatorów C6 i C7. Na rysunku 5 przedstawiono różne charakterystyki w zależności od wartości kondensatorów. W Tabeli 1 wymieniono wartości kondensatorów i odpowiadające im numery charakterystyk. W niektórych przypadkach konieczne jest równoległe połączenie dwóch kondensatorów.

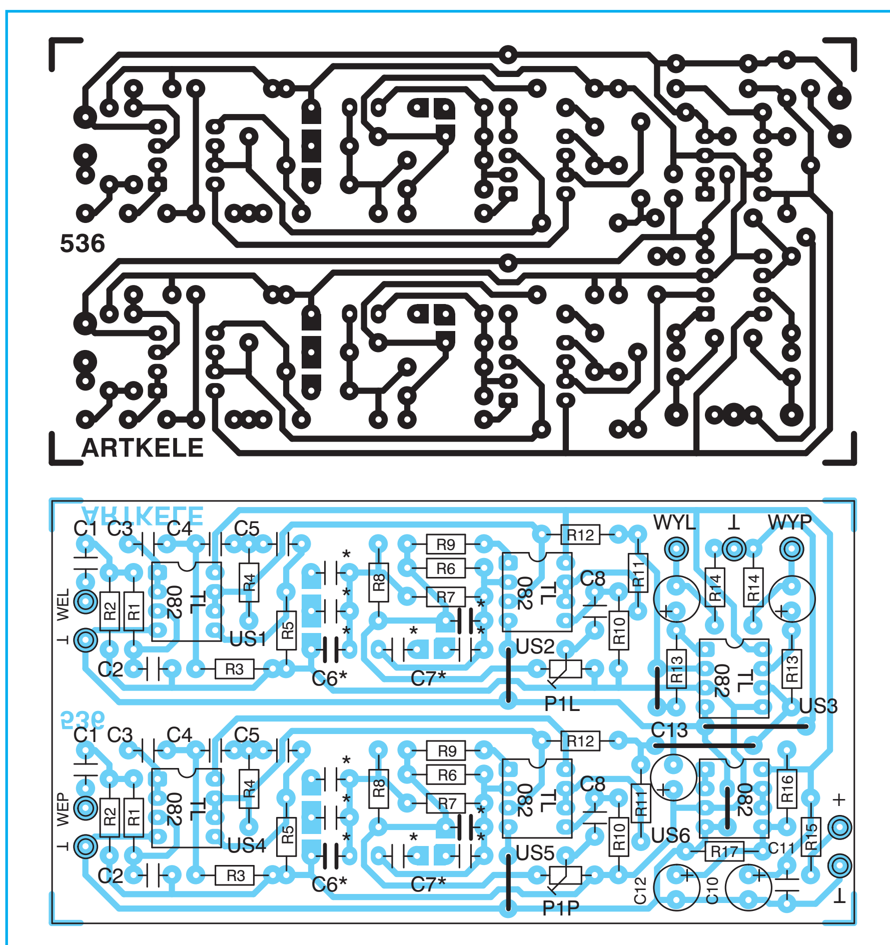
Tabela 1 – Wartości kondensatorów filtru z mostkiem T

Nr Ch-ki	f_0	C6	C7
	[Hz]	[nF]	[nF]
1	30	1000+470	47+22
2	37	1000+220	47+10
3	42	1000	47
4	50	1000	33
5	60	470+470	10+15
6	75	470+330	10+10
7	90	470+220	15

Charakterystyki można też kształtować we własnym zakresie. Generalnie za lewą stronę charakterystyki odpowiada kondensator C6, natomiast za prawą kondensator C7. Jeżeli na przykład zastosujemy C6=1220 nF i C7=20 nF, to uzyskamy wypadkową charakterystykę która będzie się składała z krzywej 2 po lewej stronie i krzywej 6 po stronie prawej. Maksymalne wzmocnienie będzie jednak większe (ok. 12÷14 dB). O tym jak dobierać charakterystyki korekcji napiszę w dalszej części artykułu.

Za filtrem pasmowym umieszczony został potencjometr montażowy P1 umożliwiający dobranie wielkości korekcji. W dalszej kolejności znajduje się wtórnik zbudowany na wzmacniaczu US2B i sumator US3A. Zadanie tego ostatniego polega na dodawaniu do siebie sygnału bez korekcji pobieranego z wyjścia US1B do sygnału z korekcją.

Drugi kanał jest identyczny. Układ zasilany jest pojedynczym napięciem stabilizowanym z przedziału +12÷35 V. Re-



Rys. 6 płytka drukowana i rozmieszczenie elementów

zystor R15 służy do odsprzęgania napięcia zasilającego eliminując potencjalne zakłócenia. Dzielnik R16, R17 wraz ze wzmacniaczem US6A ma za zadanie wytworzenie „sztucznej” masy na potencjale połowy napięcia zasilania. Pozwala to zasilać korektor pojedynczym napięciem, które może być doprowadzone ze wzmacniacza akustycznego. Wzmacniacz operacyjny US6B nie jest wykorzystywany. Prąd pobierany przez korektor nie przekracza 20 mA.

Montaż i uruchomienie

Sam montaż aktywnego korektora basów nie powinien sprawiać trudności. Wszystkie elementy za wyjątkiem wzmacniaczy operacyjnych, rezystorów R15÷R17 i kondensatorów C10÷C13, występują podwójnie, mają taki sam numer na schemacie i płytce drukowanej, co nie jest uwzględnione w wykazie elementów. Wyjaśnienia wymaga tylko montaż kondensatorów C6 i C7. Wartości C6 i C7 dobierane są do konkretnych zestawów głośnikowych. Na płytce drukowanej możliwe jest równoległe zamontowanie trzech różnych kondensatorów. Podłączony na stałe jest tylko kondensator którego okładki są zaznaczone grubszą linią. Pozostałe kondensatory podłącza się przy pomocy kropli cyny po stronie druku. W Tabeli 1 zestawiono kombinacje kondensatorów które gwarantują uzyskanie odpowiednich charakterystyk.

W jaki sposób wybrać odpowiednie kondensatory? Dobrze jest znać dolną częstotliwość graniczną kolumn które posiadamy. W takim przypadku należy wybrać charakterystykę której częstotliwość przypadająca na maksimum wzmocnienia jest o ok. 20 Hz mniejsza od dolnej częstotliwości granicznej kolumn. Dla przykładu jeżeli nasze kolumny niosą do 60 Hz to wybieramy charakterystykę nr 3 z maksimum przypadającym na 42 Hz. W trakcie prób trzeba będzie to zweryfikować, ale pierwsze przybliżenie zostało zrobione. Optymalnym jest takie dobranie częstotliwości maksymalnej korekcji, aby pokrywała się ona z częstotliwością przy której spadek charakterystyki zestawu głośnikowego wynosi 6 dB.

Gdy zostaną zamontowane wszystkie niezbędne elementy można przystąpić do podłączenia układu do wzmacniacza.

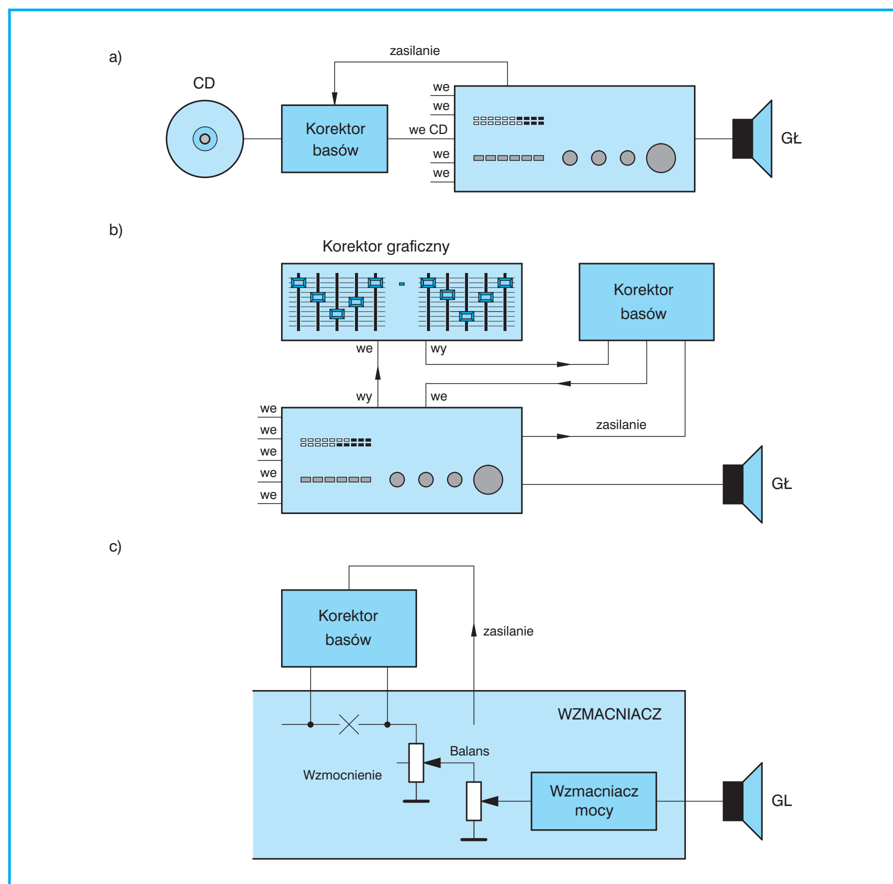
Możliwe są trzy rodzaje podłączenia układu. Odpowiednie rozwiązania zamieszczono na rysunku 3. Pierwsze z nich polega na umieszczeniu korektora basów na wejściu. Zaletą takiego układu jest prostota wykonania i brak przeróbek we wzmacniaczu. Wadą brak możliwości komutacji wejść. W tym przypadku korektor najlepiej jest podłączyć do wejścia CD, gdyż to źródło zapewnia najlepszy jakościowo z możliwych sygnałów.

Drugie rozwiązanie przeznaczone jest do wzmacniaczy posiadających wejścia i wyjścia przeznaczone do podłączenia korektora graficznego. W tym przypadku aktywny korektor basów łączy się szeregowo z korektorem graficznym. Przy czym wskazane jest aby korektor basów był podłączony za korektorem graficznym jeżeli taki występuje w zestawie. Także to rozwiązanie nie wymaga ingerowania w układy wzmacniacza. Wielką zaletą jest to iż korekcja dotyczy wszystkich źródeł sygnału które są podłączone do wzmacniacza.

Trzecie rozwiązanie wymaga niewielkiej przeróbki wzmacniacza. Korektor basów podłącza się przed potencjometrami głośności i balansu. Wystarczy tylko przerwanie obwodu sygnałowego w dwóch miejscach. Także w tym przypadku aktywna korekcja basów działa dla wszystkich wejść sygnałowych.

Zasilanie układu można pobrać ze wzmacniacza. Większość wzmacniaczy posiada stabilizowane napięcie dodatnie z przedziału +12÷35 V. Można też zastosować zewnętrzny zasilacz, który obowiązkowo powinien posiadać stabilizację napięcia.

Do sprawdzenia i wyregulowania aktywnego korektora basów niezbędny jest odtwarzacz kompaktowy i dobre płyty. Pod pojęciem dobrych płyt rozumiem te które są doskonale nagrane i zrealizowane. Zaskakujące jest, że niewiele płyt CD, które na marginesie kosztują majątek (jedna tyle co roczna prenumerata PE), posiada dobrze nagrane basy. Mając analizator widma, za płytę z dobrymi basami można uznać tą przy której słupek 63 Hz dochodzi do 3/4 maksymalnych wskazań. Jako rewelacyjną pod tym względem i godną polecenia do prób uważam płytę Vangelisa pt. „Voices” utwór 8 „Messages”. Równie dobra jest płyta Budki Suflera pt. „Nic nie boli tak jak życie” utwór 1 „Takie tango” oraz Pink Floyd „Dark side of the moon” utwór 5 „Money”. Nie polecam korzystania z audycji radiowych, gdyż nie ma tam możliwości wielokrotnego porównania brzmienia utworów, a basy są z reguły podbarwione w studiu radiowym.



Rys. 7 Schematy podłączenia aktywnego korektora basów do wzmacniacza.

We wzmacniaczu należy korekcje barwy dźwięku niskich tonów ustawić na zero a korekcję tonów wysokich na minimum. Jeżeli w zestawie występuje korektor graficzny, wszystkie jego filtry począwszy od 500 Hz w górę ustawia się na minimum, a poniżej tej częstotliwości na zero. Regulacja fizjologiczna może być włączona (zresztą nie ma to większego znaczenia). Wszystkie te czynności wstępne mają na celu wyeliminowanie tonów wysokich które mogą przeszkadzać przy słuchaniu basów. Jeżeli jednak ktoś jest przyzwyczajony do słuchania z silną korekcją może ją pozostawić w zakresie tonów wysokich. Tony niskie powinny być ustawione na zero. Odsłuchu dokonuje się przy średniej głośności gwarantującej dobre słyszenie wszystkich dźwięków zarówno tych głośnych jak i cichych. Głośność nie może być jednak ustawiona na wartość większą jak 1/4 mocy maksymalnej wzmacniacza, o czym napiszę dalej.

Potencjometr P1L w korektorze basów należy ustawić w pozycji środkowej, a potencjometr P1P powinien być ustawiony na minimum. Dzięki temu kręcąc potencjometrem balansu można porównywać dźwięk dobiegający z kolumny bez korekcji i kolumny z korekcją. Teraz pozostaje tylko uważne przysłuchiwanie się brzmieniu kolumn, raz jednej i zraz drugiej. W trakcie odsłuchu można zmieniać położenie potencjometru P1L, pamiętając że oprócz wzmocnienia korekcji powoduje on wzrost wzmocnienia całkowitego sygnału.

Jeżeli efekt będzie niezadowalający można zmienić wartość kondensatorów C6 i C7. Warto wcześniej wlutować w płytkę takie wartości kondensatorów, aby możliwe było przełączanie się na sąsiednie charakterystyki.

Czym kierować się przy słuchaniu muzyki? Odpowiedź na to pytanie nie jest prosta. Najlepiej jest zwrócić uwagę na tony jak najniższe, bardzo głębokie, czasami nawet dudniące. Tu drobna uwaga. Długie utrzymujące się przez chwilę dudnienie jest efektem rezonansu akustycznego pomieszczenia, kiedy to powstaje akustyczna fala stojąca o długości odpowiadającej wymiarom pomieszczenia. Dobre basy powinny być „soczyste”, i miękkie, ale równocześnie dobrze wyczuwalne. Warto wsłuchać się w brzmienie gitary basowej i wielkiego bębna tzw. stopki. Przez cały czas należy porównywać kanał lewy i prawy kręcąc potencjometrem balansu.

Kiedy już uda nam się złapać to co uznamy za dobre, warto trochę odpocząć i po dłuższej chwili sprawdzić jeszcze raz czy uzyskany efekt jest tym pożądanym.

Osoby posiadające dobrej jakości mikrofon dynamiczny, przedwzmacniacz mikrofonowy i generator akustyczny mogą pokusić się o wyznaczenie charakterystyki zestawu głośnikowego bez korekcji i z korekcją. Skorygowana charakterystyka powinna być maksymalnie płaska (gładka), bez żadnych „górek”. Odcinek płaski powinien obejmować większy od dołu obszar, za którym pojawi się spadek o większej stromości niż miało to miejsce przed korekcją. Pomiary takie są jednak trudne w warunkach domowych. Problemem jest także odpowiedni mikrofon, którego pasmo obejmuje częstotliwości począwszy od 20 Hz.

Teraz już pozostaje tylko ustawienie potencjometru P1P w takiej samej pozycji jak P1L, ustalenie takich samych wartości kondensatorów w kanale prawym i słuchanie muzyki z pełną satysfakcją z brzmienia.

Jeszcze kilka uwag końcowych. Wskazane jest aby potencjometry P1L i P1P były ustawione nie więcej jak w 2/3 maksymalnego podbicia. Daje to w efekcie maksymalną korekcję basów na poziomie ok. 6 dB. Podbicie 6 dB oznacza dwukrotny wzrost napięcia wyjściowego wzmacniacza, co przenosi się na czterokrotnie większą moc wyjściową. Oznacza to, że dla najniższych, korygowanych częstotliwości moc oddawana przez wzmacniacz jest czterokrotnie większa niż dla pozostałych częstotliwości. Zatem należy się liczyć, że po dokonaniu korekcji efektywna moc wzmacniacza jaka pozostanie nam do dyspozycji będzie czterokrotnie mniejsza.

Korekcja basów na poziomie 12 dB, mimo, że możliwa, nie ma większego sensu, gdyż w tym przypadku moc potrzebna do korekcji jest aż szesnastokrotnie większa.

Próba „wykręcenia” siły głosu na maksimum doprowadzi do przesterowania wzmacniacza na częstotliwościach korygowanych, co w konsekwencji spowoduje gwałtowny wzrost zniekształceń dla tych częstotliwości.

Natomiast nie trzeba się martwić o głośniki. Jeżeli ich moc jest większa od mocy wyjściowej wzmacniacza, nic im nie grozi. Przecież korektor basów nie zwiększa mocy wzmacniacza, a tylko zmienia jego charakterystykę częstotliwościową. Natomiast gdy moc kolumn jest na „styk” nie wolno przesadzać z mocą wyjściową wzmacniacza, gdyż można uszkodzić drogi głośnik niskotonowy.

Wykaz elementów

Półprzewodniki	
US1÷US6	**– TL 082**
Rezystory	
R15	**– 33 Ω/0,25 W**
R9	**– 100 Ω/0,125 W**
R1	**– 4,7 kΩ/0,125 W**
R4, R7, R8, R16, R17	**– 22 kΩ/0,125 W**
R2, R11÷R13	**– 47 kΩ/0,125 W**
R3	**– 56 kΩ/0,125 W**
R6	**– 68 kΩ/0,125 W**
R10, R14	**– 100 kΩ/0,125 W**
R5	**– 390 kΩ/0,125 W**
P1	**– 47 kΩ TVP 1232**
Kondensatory	
C2	**– 220 pF/50 V ceramiczny**
C7*	**– 47 nF/50 V MKSE-20 patrz opis w tekście**
C11	**– 100 nF/50 V ceramiczny**
C3÷C5	**– 100 nF/50 V MKSE-20**
C1	**– 470 nF/50 V MKSE-20**
C6*, C8	**– 1 μF/50 V MKSE-20 patrz opis w tekście**
C9, C13	**– 10 μF/25 V**
C10, C12	**– 22 μF/25 V**
Inne	
płytka drukowana numer 536	

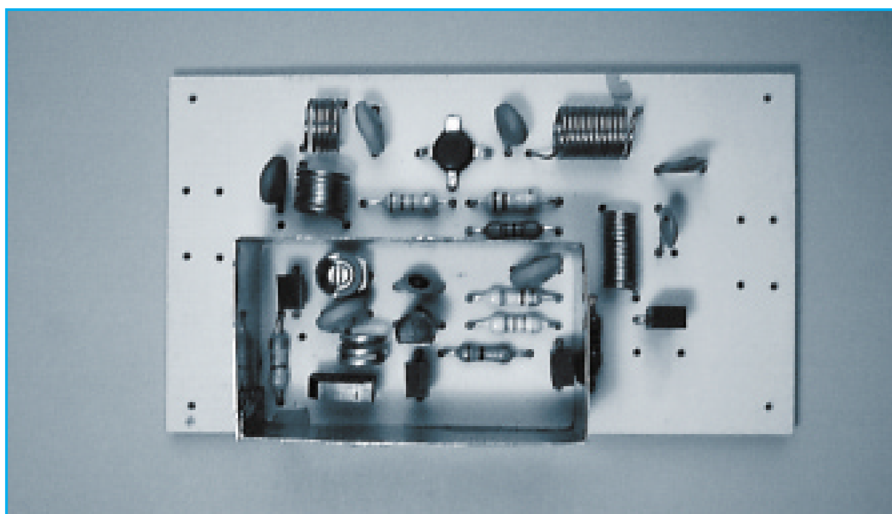
Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.

Cena: płytka numer 536 – 6,80 zł + koszty wysyłki.

◊ mgr inż. Dariusz Cichoński

Konwerter UKF FM

Pomysł jest kontynuacją konwertera telewizyjnego opisywanego w poprzednim PE. Przestrajany warikapem konwerter umożliwia przeniesienie całego pasma CCIR (87,5÷108 MHz) na jedną częstotliwość odbiornika UKF FM OIRT np. 70 MHz. Pozwala to na przestrojenie zakresu UKF bez konieczności grzebania w głowicy UKF. Nadaje się tylko do odbiorników z głowicą przestrajaną za pomocą diod pojemnościowych.



Schemat blokowy i działanie

Konwerter działa na zasadzie typowego stopnia przemiany z własną heterodyną. Dzięki przestrajaniu heterodyny możliwe jest uzyskanie stałej częstotliwości sygnału wyjściowego przy różnych częstotliwościach sygnału wejściowego do jakich zostanie dostrojona heterodyna. Stopień przemiany realizuje odejmowanie częstotliwości wg podanego niżej wzoru:

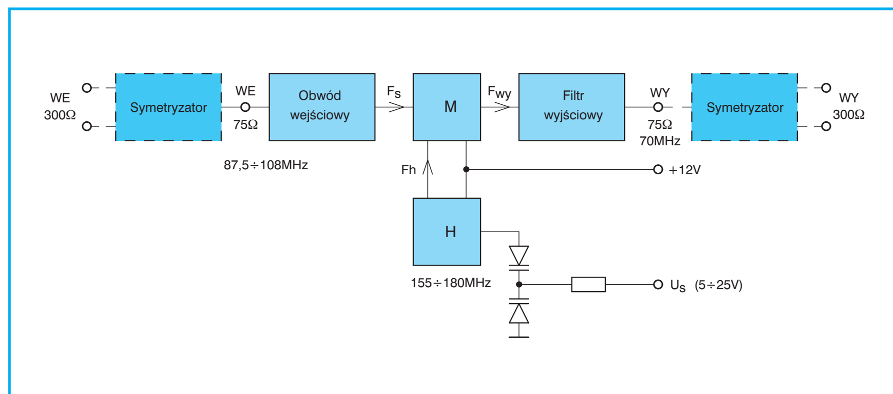
$$F_{wy} = F_h - F_s$$

Częstotliwość odbierana F_s jest wyznaczona przez częstotliwość heterodyny F_h i częstotliwość wyjściową F_{wy}.

$$F_s = F_h - F_{wy}$$

Częstotliwość wyjściowa to inaczej częstotliwość do jakiej zostanie jednorazowo dostrojona głowica UKF odbiornika radiowego. Częstotliwość ta pełni rolę pierwszej częstotliwości pośredniej. Druga częstotliwość pośrednia to właściwa dla odbiornika częstotliwość 10,7 MHz uzyskiwana po przemianie częstotliwości w głowicy UKF.

Sygnał do wejścia konwertera może być przekazywany przewodem koncentrycznym (75 Ω) lub symetrycznym (300 Ω). W tym drugim przypadku należy dodatkowo zastosować symetryzator.



Rys. 1 Schemat blokowy

Obwód wejściowy jest w zasadzie filtrem środkowo przepustowym obejmującym pasmo częstotliwości wejściowych od 87,5 do 108 MHz. Jego zasadniczym zadaniem jest dopasowanie do wejścia tranzystora polowego.

Do mieszacza M doprowadzone są: sygnał wejściowy i napięcie heterodyny. Sygnał wyjściowy uzyskany w wyniku przemiany podawany jest na wyjście konwertera przez filtr wyjściowy. Jest to filtr dolnoprzepustowy, spełniający także rolę układu dopasowującego. Wyjście filtru dostosowane jest do podłączenia obciążenia niesymetrycznego 75 Ω. Przy symetrycznym wejściu odbiornika niezbędne jest zastosowanie symetryzatora.

Heterodyna jest generatorem przestrajanym za pomocą diody pojemnościowej. Zakres przestrajania częstotliwości od 155÷180 MHz umożliwia odbiór pasma CCIR przy częstotliwości wyjściowej około 70 MHz. Napięcie przestrajania heterodyny jak i napięcie zasilania konwertera pobierane są z odbiornika. Głowica odbiornika przy współpracy z konwerterem musi być dostrojona do jednej częstotliwości (około 70 MHz).

Schemat ideowy

Obwód wejściowy składa się z C1, L1, L2 i C2. C1 wraz z L1 tworzą filtr górno przepustowy, a L2 i C2 filtr dolno przepustowy. Razem ich połączenie daje filtr środkowo przepustowy.

Mieszacz iloczynowy zrealizowany jest na dwubramkowym tranzystorze polowym T1 (BF 961). Sygnał wejściowy podawany jest do bramki G1. Bramka ta przez cewki L2 i L1 podłączona jest dla prądu stałego do masy. Polaryzowana jest napięciem 0 V względem źródła.

Bramka G2 polaryzowana jest napięciem około 2 V z dzielnika rezystorowego R1 i R2. Do tej bramki doprowadzane jest przez kondensator C12 i rezystor R3 napięcie heterodyny.

Wyjściem mieszacza jest dren T1. Dołączony jest do niego filtr dopasowujący typu P składający się z C4, L3 i C5. Jest to filtr dolnoprzepustowy. Zasilanie drenu napięciem +12 V realizowane jest przez dławik DŁ1 i cewkę L3. Do wyjścia konwertera sygnał wyjściowy przekazywany jest przez kondensator C6.

Heterodyna zrealizowana na tranzystorze T2 (BF324) pracuje w układzie Colppitsa. Tranzystor połączony jest

w układzie wspólnej bazy. Zastosowanie tranzystora PNP pozwoliło na dołączenie obwodu rezonansowego bezpośrednio do masy (– zasilania). Poprawia to znacznie warunki pracy generatora jak i upraszcza układ strojenia.

Obwód rezonansowy heterodyny składa się z cewki L4, kondensatorów C8, C9 i diody pojemnościowej D1. Dzielnik pojemnościowy generatora wykorzystuje kondensator C11 i pojemność tranzystora C_{BE}. Heterodyna jest zasilana napięciem +12 V przez rezystor filtrujący R4. Napięcie strojenia doprowadzane jest do D1 przez rezystor R8. Kondensator C7 filtruje obwód napięcia strojenia zmniejszając przenikanie napięcia heterodyny. Napięcie strojenia powinno się zawierać w typowym dla odbiorników UKF OIRT przedziale od 5 do 25 V. Możliwe jest wykorzystanie napięć niższych, ale wymaga to skorygowania elementów obwodu rezonansowego heterodyny.

Konwerter zasilany jest napięciem +12 V. Dopuszczalny zakres napięć zasilania wynosi od 8 do 15 V. Wymagana jest stabilizacja napięcia. Przy niższym napięciu zasilania konieczne może być skorygowanie dzielnika R1, R2 dla utrzymania napięcia około 2 V na bramce G2 tranzystora T1. Pobór prądu nie przekracza 15 mA.

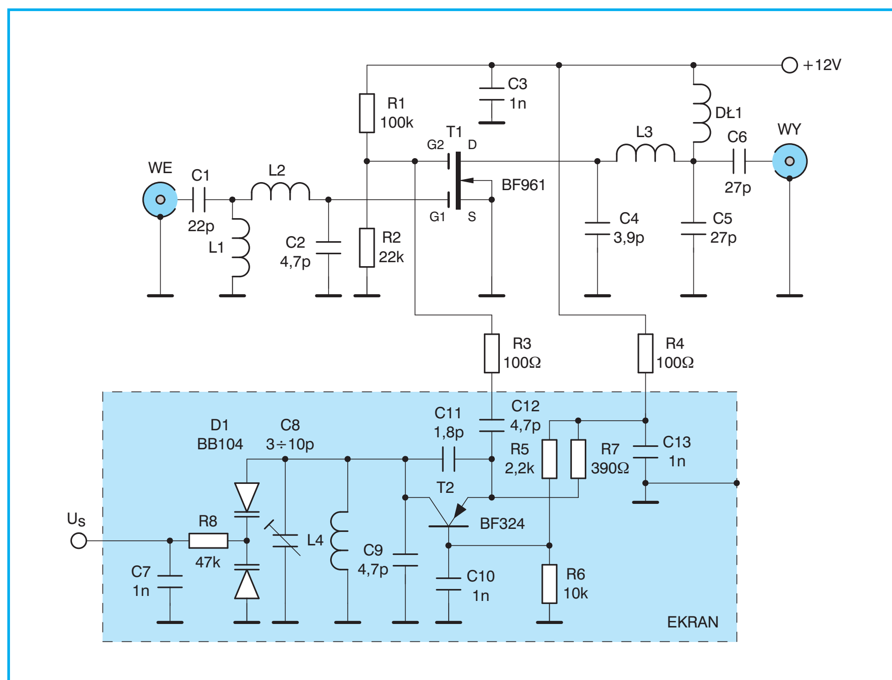
Montaż i uruchomienie

Oprócz elementów zakupionych i z zapasów własnych potrzebna będzie „szpula drutu”. Mam na myśli drut nawojowy w emalii do nawijania cewek – może nie koniecznie szpula, 2 mb powinny wystarczyć. Cewki L1, L2, L3 i dławik DŁ1 nawiniemy drutem w emalii o średnicy 0,45÷0,5 mm. Do nawinięcia cewki L4 wystarczy 5 cm odcinek drutu srebrzonego o średnicy 0,7÷0,8 mm. Do nawinięcia cewek L1, L2 i L3 potrzebny będzie trzpień (wiertło) o średnicy 5 mm. Dławik DŁ1 nawiniemy na trzpieniu o średnicy 3 mm, a cewkę L4 na pręcie o średnicy 4 mm. Ilości zwojów i średnice trzpieni powinny być następujące:

L1	5,5 zw.	5 mm	DNE 0,45 mm,
L2	7,5 zw.	5 mm	DNE 0,45 mm,
L3	14,5 zw.	5 mm	DNE 0,45 mm,
L4	2,5 zw.	4 mm	Dsm 0,8 mm,
DŁ1	15,5 zw.	3 mm	DNE 0,45 mm.

Cewki nawijać ściśle zwój przy zwoju. Zwoje cewki L4 minimalnie rozchylić, aby nie było zwarć między zwojami. Po nawinięciu całkowitej liczby zwojów następne „0,5” jest zwojem niepełnym. Dzięki temu nie trzeba specjalnie zaginać wyprowadzeń cewek. Wyprowadzenia cewek obciąć na długość około 5 mm, oczyścić z emalii i pocynować. Korzystne jest stosowanie drutu nawojowego w emalii samo oczyszczającej się pod wpływem temperatury spoiwa (DNEul).

Po dostosowaniu otworów w płytce drukowanej do posiadanych elementów przystępujemy do montażu. Generalną zasadą są jak najkrótsze wyprowadzenia a więc elementy muszą leżeć na powierzchni płytki. Tranzystor T1 zamontować napisami do płytki. Wyprowadzenie źródła posiada charakterystyczny wypust. Tranzystor T2 zamontować na wysokości 3 mm nad płytką. Ekran wykonać z paska blachy cynowanej o grubości 0,3÷0,4 mm, szerokości 15 mm i długości 115 mm. Ścianki mają długość 20 i 35 mm. Po zagięciu ścianek obwód ekranu zalutować. Ekran do płytki przylutować odcinkami odciętych wyprowadzeń elementów w trzech miejscach pokazanych na rysunku 3. W razie konieczności montujemy symetryzatory.



Rys. 2 Schemat ideowy

Po sprawdzeniu poprawności montażu, a szczególnie braku zwarć przystępujemy do montażu w odbiorniku i uruchomienia. Potrzebny do tego będzie multimetr, a pomocny generator sygnałowy UKF. Spróbujemy poradzić sobie bez niego.

Po wyjęciu wtyczki sieciowej odbiornika z gniazda sieciowego zdejmujemy obudowę. Ponieważ chwilę będziemy musieli zabawić we wnętrzu odbiornika podłączonego do sieci nie zawadzi zabezpieczyć obwodów sieciowych przez zaizolowanie niebezpiecznych punktów. Wskazana będzie asekuracja drugiej osoby.

Włączamy odbiornik na zakresie UKF. Wskazówkę skali ustawić na częstotliwość 70 MHz. Multimetrem zmierzyć napięcie strojenia podawane do głowicy – wartość najlepiej zapisać. Następnie sprawdzić zakres zmian napięcia strojenia. W razie konieczności (i możliwości) wyregulować na 5÷25 V. Znaleźć napięcie zasilania +12 V. W odbiornikach diorowskich będzie to 14,5 V.

Po wyłączeniu odbiornika, odłączyć napięcie strojenia od głowicy (przeciąć ścieżkę na płytce drukowanej). Do pełnego napięcia strojenia (najczęściej stabilizowane 33 V lub ustawione 25 V) podłączyć rezystor nastawny 100 kΩ (drugim końcem do masy). Suwak rezystora połączyć z odciętą ścieżką od strony głowicy. Po włączeniu odbiornika ustawić rezystorem zapisaną wcześniej wartość napięcia dla odbioru częstotliwości 70 MHz.

Ponownie wyłączyć odbiornik. Znaleźć miejsce do zamontowania konwertera w pobliżu wejścia UKF (gniazdka antenowego). Odłączyć gniazdko od wejścia głowicy. Podłączyć gniazdko antenowe do wejścia konwertera. Wyjście konwertera połączyć z wejściem głowicy. Do połączeń używać krótkie odcinki przewodu koncentrycznego lub symetrycznego. Masę konwertera (–12 V) połączyć z masą odbiornika jak najkrótszym odcinkiem

Rys. 3 Płytka drukowana i rozmieszczenie elementów

przewodu (najlepiej srebrzanką). Podłączyć zasilanie konwertera (+12 V) i napięcie strojenia (U_S) z odciętej ścieżki, tym razem od strony potencjometru strojenia.

Po włączeniu odbiornika i podłączeniu anteny powinno uzyskać się odbiór stacji z zakresu UKF CCIR. Brak odbioru przy szumie w głośniku świadczy o nieprawnej pracy konwertera. Brak szumu natomiast świadczy o niesprawności odbiornika, który przed montażem konwertera należało sprawdzić.

W konwerterze trzeba sprawdzić napięcia zasilające na tranzystorach T1 i T2 względem masy. Napięcie na drenie T1 powinno być równe napięciu zasilającemu. Napięcie na bramce G2 powinno wynosić około 2 V. Napięcie na emiterze T2 względem masy powinno wynosić około 10 V. Na bazie T2 powinno być około 9,5 V. Jeśli napięcia są poprawne to sprawdzić podłączenie sygnału i ewentualnie wymienić kondensatory sprzęgające.

Po uzyskaniu odbioru trymerem C8 należy ustawić górną częstotliwość odbieraną na większą od 108 MHz. Sprawdzić najniższą częstotliwość odbieraną. Jeśli jest większa od 87,5 MHz to można zmniejszyć minimalne napięcie strojenia np. do 4 V. Pozostałe elementy konwertera nie wymagają strojenia.

Wykaz elementów	
Półprzewodniki	
T1	– BF 961 (BF 964)
T2	– BF 324 (BF 414)
D1	– BB 104 (BB 204)
Rezystory	
R3, R4	– 100 Ω/0,125 W
R7	– 390 Ω/0,125 W
R5	– 2,2 kΩ/0,125 W
R6	– 10 kΩ/0,125 W
R2	– 22 kΩ/0,125 W
R8	– 47 kΩ/0,125 W
R1	– 100 kΩ/0,125 W
Kondensatory	
C11	– 1,8 pF/50 V ceramiczny
C4	– 3,9 pF/50 V ceramiczny
C2, C9, C12	– 4,7 pF/50 V ceramiczny
C1	– 22 pF/50 V ceramiczny
C5, C6	– 27 pF/50 V ceramiczny
C3, C7, C10, C13	– 1 nF/50 V ceramiczny
C8	– 3÷10 pF trymer
Inne	
L1, L2, L3, L4, DŁ1	– patrz opis w tekście
płytka drukowana numer 543	

Zamocować konwerter i po zamontowaniu obudowy sprawdzić działanie odbiornika.

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.

Cena: płytka numer 543 – 3,05 zł + koszty wysyłki.

◊ R.K.

Zwrotnice i filtry głośnikowe

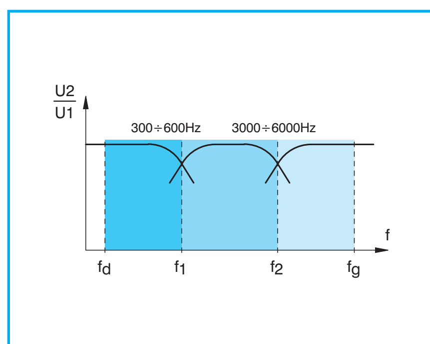
Jest to uzupełnienie do cyklu „Głośniki i obudowy". Opisujemy rodzaje filtrów biernych wykorzystywanych do rozdzielania sygnałów akustycznych doprowadzanych do głośników. Zestawy tych filtrów tworzą tzw. zwrotnice głośnikowe i są wykorzystywane przy budowie zespołów głośnikowych.

Działanie i rodzaje filtrów głośnikowych

Jak już wcześniej wspominaliśmy, nie jest możliwe odtworzenie pełnego zakresu częstotliwości słyszalnych o odpowiednio dobrej jakości dźwięku, z jednego głośnika. Dlatego właśnie buduje się zespoły głośnikowe zawierające co najmniej dwa głośniki. Głośniki te przenoszą różne lecz uzupełniające się fragmenty pasma akustycznego, które są specjalnie dla nich wydzielane z całego widma odtwarzanych częstotliwości.

Układami umożliwiającymi wydzielenie odpowiednich pasm częstotliwości są filtry. W przypadku filtrów głośnikowych są to najczęściej filtry dolno i górno przepustowe, a sporadycznie filtry środkowo przepustowe. Filtry stosowane między wzmacniaczem mcz. a głośnikami są filtrami biernymi tzn. zbudowane są jedynie z elementów biernych (indukcyjności L, pojemności C i ewentualnie rezystancji R).

Zestaw filtrów kierujący odpowiednie pasma częstotliwości do głośników nazywany jest zwrotnicą głośnikową. W najprostszym przypadku zwrotnica składa się z dwóch filtrów – dolno i górno przepustowego. Chociaż spotyka się zestawy gdzie wykorzystuje się naturalne ograniczanie pasma odtwarzanych częstotliwości przez głośnik niskotonowy i jedynie dołączenie głośnika wysokotonowego przez kondensator spełniający rolę filtru górno przepustowego.



Rys. 1 Podział pasm zwrotnicy głośnikowej trójdrożnej

Zwrotnica zawierająca dwa filtry nazywana jest dwudrożną. Także zestaw głośnikowy korzystający z głośników niskotonowego i wysokotonowego nazywany jest dwudrożnym. Trzy filtry służą do realizacji zwrotnicy trójdrożnej i wykorzystywane są w zespole głośnikowym trójdrożnym (z trzema głośnikami). Bardzo rzadko buduje się zestawy czterodrożne. Przykładowy podział pasm częstotliwości zwrotnicy trójdrożnej prezentuje rysunek 1.

Wykres ten przedstawia zależność stosunku napięcia wyjściowego U2 każdego filtru do napięcia wejściowego U_1 w funkcji częstotliwości. Częstotliwość f_d jest dolną częstotliwością graniczną odtwarzaną przez głośnik niskotonowy. Częstotliwość f_g jest natomiast górną częstotliwością graniczną odtwarzaną przez głośnik wysokotonowy. Częstotliwości f_1 i f_2 to tzw. częstotliwości podziału pasm. Między nimi mieści się pasmo głośnika średniotonowego.

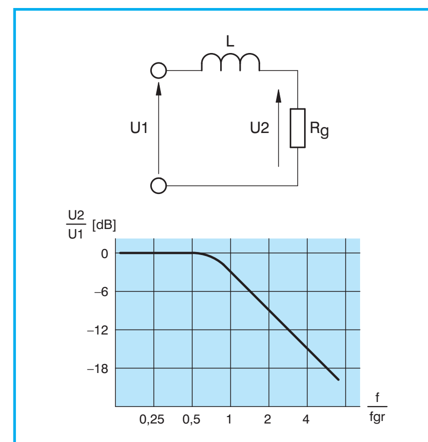
Częstotliwości podziału powinny odpowiadać spadkowi stosunku U_2/U_1 o 3 dB. Odpowiada to spadkowi mocy na głośniku do połowy. Dzięki temu przy jednoczesnym odtwarzaniu przez dwa głośniki np. średnio i wysokotonowy nie nastąpi zmiana natężenia dźwięku odtwarzanego przez zestaw (pod warunkiem jednakowej skuteczności obu głośników). Częstotliwości podziału mieszczą się zwykle w podanych zakresach. Oczywiście zakresy częstotliwości odtwarzanych przez głośniki powinny być szersze niż częstotliwości podziału. Zestaw dwudrożny nie posiada podziału na częstotliwości f_1. Pomocne przy ustalaniu częstotliwości podziału mogą być zalecenia producentów głośników podawane wraz z parametrami.

Do budowy filtrów biernych wykorzystuje się elementy reaktancyjne (indukcyjności i pojemności), których reaktancja (odpowiednik rezystancji rezystora) zależy od częstotliwości (pomijam tu kwestie fazy prądu względem napięcia). Reaktancja indukcyjna X_L wzrasta ze wzrostem częstotliwości, a pojemnościowa X_C maleje.

$$X_L = 2 \cdot \Pi \cdot f \cdot L$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \Pi \cdot f \cdot C}$$

Przykład filtru dolnoprzepustowego zawierający tylko jedną indukcyjność pokazany jest na rysunku 2.



Rys. 2 Filtr dolno przepustowy

Dla uproszczenia rozważań zastępuje się głośnik rezystancją co jedynie w przybliżeniu odpowiada rzeczywistości. Faktycznie cewka głośnika oprócz rezystancji posiada jednak indukcyjność i pojemność własną. Nie będziemy jednak komplikować sobie życia i je pominiemy.

Szeregowo połączone indukcyjność L i rezystancja głośnika R_g stanowią dzielnik napięciowy. Przy niskich częstotliwościach mała reaktancja indukcyjności nie powoduje obniżenia napięcia na rezystancji. Przy częstotliwości granicznej f_{gr} reaktancja indukcyjności jest równa rezystancji i następuje spadek napięcia wyjściowego U_2 o 3 dB ($0{,}7 \cdot U_1$). W przypadku dzielnika rezystancyjnego byłoby to 6 dB czyli $0{,}5 \cdot U_1$. Współczynnik 0,7 wynika z tego, że napięcia na indukcyjności i rezystancji są przesunięte w fazie o 90°.

Dalszy wzrost częstotliwości powoduje wzrost reaktancji i dalszy spadek napięcia na rezystancji. Nachylenie spadku napięcia wynosi – 6 dB/Oktawę. Oktawa oznacza podwojenie częstotliwości. Na osi poziomej wykresu podano tzw. częstotliwość znormalizowaną czyli stosunek aktualnej częstotliwości f do częstotliwości granicznej f_{gr}. Filtr o nachyleniu 6 dB/Okt. nazywany jest także filtrem pierwszego rzędu. Zakres częstotliwości o małym tłumieniu nazywany jest pasmem przepustowym (do f_{gr}). Zakres częstotliwości

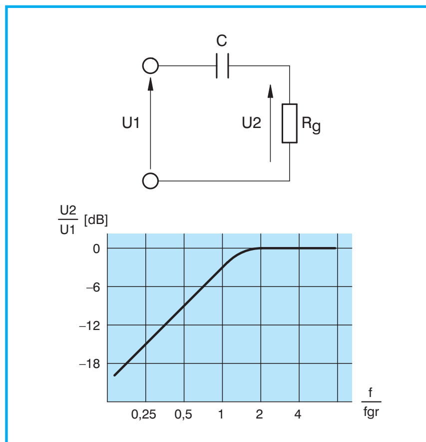
w jakim wzrasta tłumienie nazywany jest pasmem zaporowym (powyżej f_{gr}).

Wartość indukcyjności można wyznaczyć z warunku równości reaktancji i rezystancji dla częstotliwości granicznej. Po przekształceniu:

$$L = \frac{159 \cdot R_g}{f_{gr}}$$

gdzie:
L – indukcyjność [mH],
R_g – rezystancja znamionowa głośnika (niskotonowego) [Ω],
f_{gr} – częstotliwość graniczna [Hz].

Wykorzystując kondensator można zbudować filtr górno przepustowy pokazany na rys. 3.



Rys. 3 Filtr górno przepustowy

Reaktancja kondensatora C maleje ze wzrostem częstotliwości i przy częstotliwości granicznej jest równa rezystancji R_g. Filtr ten tłumi sygnały o częstotliwościach mniejszych od częstotliwości granicznej f_{gr}. Nachylenie jego charakterystyki wynosi 6 dB/Okt. Pojemność kondensatora można obliczyć z podanego niżej wzoru:

$$C = \frac{159\,000}{f_{gr} \cdot R_g}$$

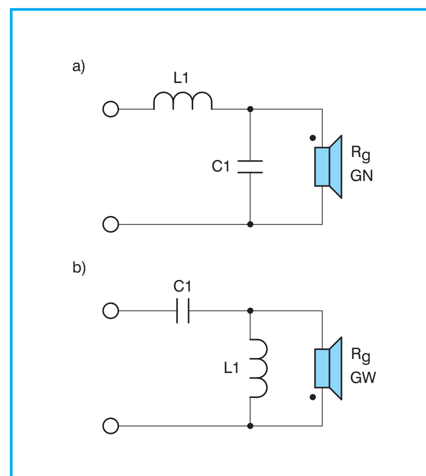
gdzie:
C – pojemność [μF],
R_g – rezystancja znamionowa głośnika (wysokotonowego) [Ω],
f_{gr} – częstotliwość graniczna [Hz].

Zwrotnicę głośnikową uzyskamy przez połączenie równoległe wejść obu filtrów. Do wyjścia filtru dolno przepustowego podłączymy głośnik niskotonowy a do wyjścia filtru górno przepustowego wysokotonowy. W przypadku zwrotnicy głośnikowej należy pamiętać o zapewnieniu możliwie stałej impedancji zestawu widzianej przez wzmacniacz w całym paśmie odtwarzanych częstotliwości. Zadanie to jest ułatwione po zastosowaniu głośników o takich samych rezystancjach. Dodatkowo pojemność i indukcyjność powinny być związane następującą zależnością (w nawiasach kwadratowych ujęto jednostki wielkości w kolejności ich występowania we wzorze):

$$C\,[\mu F] = \frac{1\,000 \cdot L\,[mH]}{{R_g}^2\,[\Omega]}$$

Zaletą filtrów jednoelementowych jest prostota. Wadą natomiast szeroki obszar częstotliwości w jakim promieniują jednocześnie oba głośniki (wokół f_{gr}). Mogą wystąpić niepożądane interferencje i wzmocnienie lub osłabienie pewnych częstotliwości. Przy częstotliwości granicznej występuje przesunięcie fazy między sygnałami obu głośników wynoszące 90°. Oba głośniki powinny być podłączone w fazach zgodnych do wyjść zwrotnicy.

Zmniejszenie obszaru wzajemnego oddziaływania głośników można uzyskać przez zastosowanie filtrów o większym nachyleniu charakterystyki w obszarze tłumienia. Dodając dodatkowe elementy reaktancyjne równolegle do głośników uzyskuje się filtry o nachyleniu charakterystyki wynoszącym 12 dB/Okt. Schematy takich filtrów pokazuje rysunek 4.



Rys. 4 Filtry o nachyleniu 12 dB/Okt.

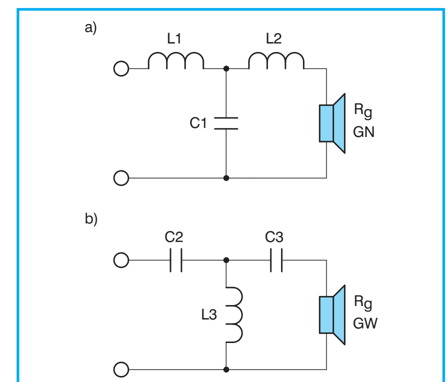
Filtr dolnoprzepustowy to oczywiście rys. 4a), a górno przepustowy – rys. 4b). Są one nazywane filtrami typu L. Zaletą ich jest utrzymywanie stałej impedancji wejściowej przy jednakowych rezystancjach głośników i wartościach L_1 i C_1 obliczonych wg niżej podanych wzorów:

$$L_1\,[mH] = \frac{225 \cdot R_g\,[\Omega]}{f\,[Hz]}$$

$$C_1\,[\mu F] = \frac{112\,500}{R_g\,[\Omega] \cdot f\,[Hz]}$$

Częstotliwość f jest częstotliwością podziału dla zestawu dwudrożnego zawierającą się w przedziale 3000÷6000 Hz, zależnie od właściwości częstotliwościowych użytych głośników. Z uwagi na przesunięcie fazy między wyjściami filtrów o 180°, głośniki powinny być do takiej zwrotnicy podłączane w fazach przeciwnych, co na rysunku 4 zaznaczono kropkami.

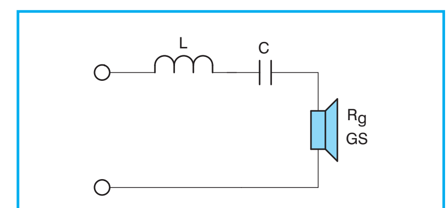
Dodanie kolejnego elementu reaktancyjnego zwiększa nachylenie charakterystyki w obszarze tłumienia do 18 dB/Okt. Otrzymane w ten sposób filtry typu T pokazuje rysunek 5. Filtr dolno przepustowy (rys. 5a) i górno przepustowy (rys. 5b).



Rys. 5 Filtry o nachyleniu 18 dB/Okt.

Tym razem już nie przytoczę wzorów. Natomiast w dalszej części podam tabelki na podstawie, których łatwo znajdziemy elementy filtrów zwrotnic dwudrożnych. Osobiście nie polecam amatorsko konstruować zestawów trójdrożnych. W przypadku zwrotnicy z filtrami T głośniki należy podłączać w jednakowych fazach.

Zwrotnicę trójdrożną można w najprostszy sposób uzyskać przez dołączenie dodatkowego głośnika wysokotonowego przez kondensator do zasadniczego głośnika wysokotonowego dołączonego przez filtr górno przepustowy. Innym roz-



Rys. 6 Filtr środkowo przepustowy

wiązaniem jest dołączenie głośnika średniotonowego przez filtr środkowo przepustowy pokazany na rysunku 6.

Filtr ten wykorzystuje rezonans szeregowy indukcyjności i pojemności. Wartości indukcyjności i pojemności obliczyć można z podanych niżej zależności.

$$L\,[mH] = \frac{159 \cdot R_g\,[\Omega]}{f_s\,[Hz]}$$

$$C\,[\mu F] = \frac{159\,000}{f_s\,[Hz] \cdot R_g\,[\Omega]}$$

gdzie:
f_s – częstotliwość środkowa pasma [Hz].
Istotna jest szerokość pasma przenoszenia B filtru, która wynosi:

$$B\,[Hz] = \frac{159 \cdot R_g\,[\Omega]}{L\,[mH]}$$

Jak w każdym obwodzie rezonansowym poszerzenie pasma można uzyskać przez zmniejszenie dobroci, czyli zmniejszenie indukcyjności L. Oczywiście aby utrzymać częstotliwość środkową trzeba tyle samo razy zwiększyć pojemność C.

Szeregowy obwód rezonansowy z rezystancją zamiast głośnika jest często wykorzystywany do korekcji właściwości głośnika (stłumienie rezonansu) lub do wyrównania przebiegu impedancji zestawu w funkcji częstotliwości jako tzw. sobel.

Niżej podaję obiecane tabele. Tabela 1 jest odpowiednia dla głośników o rezystancji znamionowej 4 Ω, a Tabela 2 dla głośników o rezystancji 8 Ω. Oznaczenia elementów w tabelach odpowiadają podanym wyżej schematom odpowiednich filtrów. Pojemności kondensatorów są wyrażone w [μF], a indukcyjności w [mH]. Częstotliwości 125÷250 Hz dotyczą filtrów do subwooferów. Zakres od 315 do 1000 Hz dotyczy filtrów dolnoprzepustowych dla zestawów trójdrożnych. Zakres od 2000 do 6300 Hz to częstotliwości podziału dla zestawów dwudrożnych lub filtrów górno przepustowych zestawów trójdrożnych.

Posługiwanie się tabelką jest bardzo proste. Po zdecydowaniu się na rezystancję głośników wybieramy odpowiednią tabelkę. W wierszu odpowiadającym wybranej częstotliwości podziału znajdziemy wartości elementów zwrotnicy, odpowiednio do rodzaju filtru.

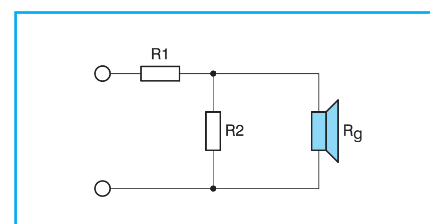
Tabela 2 – Elementy filtrów dla głośnika 8 Ω

	filtr 6 dB/Okt		filtr 12 dB/okt		filtr 18 dB/Okt					
f	**L**	**C**	**L1**	**C1**	**L1**	**L2**	**L3**	**C1**	**C2**	**C3**
[Hz]	[mH]	[μF]	[mH]	[μF]	[mH]	[mH]	[mH]	[μF]	[μF]	[μF]
125	10	150	15	100	15	4,7	8,2	220	100	330
160	8,2	120	12	82	12	3,9	6,8	150	82	270
200	6,8	100	10	68	10	3,3	4,7	120	68	220
250	5,6	82	8,2	56	8,2	2,2	3,9	100	47	150
315	3,9	56	5,6	39	6,8	1,8	2,7	82	39	120
400	3,3	47	4,7	33	4,7	1,5	2,2	68	33	100
500	2,7	39	3,9	27	3,9	1,2	1,8	47	27	82
630	2,2	33	2,7	22	3,3	1,0	1,5	39	22	68
1000	1,2	18	1,8	15	2,2	0,68	1,0	27	12	39
2000	0,68	10	1,0	6,8	1,0	0,33	0,47	12	6,8	22
2500	0,56	8,2	0,82	5,6	0,82	0,22	0,39	10	4,7	15
3150	0,39	5,6	0,56	3,9	0,68	0,18	0,27	8,2	3,9	12
4000	0,33	4,7	0,47	3,3	0,47	0,15	0,22	6,8	3,3	10
5000	0,27	3,9	0,39	2,7	0,39	0,12	0,18	4,7	2,7	8,2
6300	0,22	3,3	0,27	2,2	0,33	0,1	0,15	3,9	2,2	6,8

Tabela 1 – Elementy filtrów dla głośnika 4 Ω

	filtr 6 dB/Okt		filtr 12 dB/okt		filtr 18 dB/Ok.					
f	**L**	**C**	**L1**	**C1**	**L1**	**L2**	**L3**	**C1**	**C2**	**C3**
[Hz]	[mH]	[μF]	[mH]	[μF]	[mH]	[mH]	[mH]	[μF]	[μF]	[μF]
125	5,6	330	8,2	220	8,2	2,7	3,9	470	220	680
160	3,9	220	5,6	180	6,8	2,2	3,3	330	150	470
200	3,3	180	4,7	120	4,7	1,5	2,7	270	120	390
250	2,7	150	3,9	100	3,9	1,2	1,8	220	100	330
315	2,2	120	2,7	82	3,3	1,0	1,5	180	82	270
400	1,8	100	2,2	68	2,7	0,82	1,2	120	68	220
500	1,2	82	1,8	56	2,2	0,68	1,0	100	56	150
630	1,0	56	1,5	39	1,5	0,47	0,82	82	39	120
1000	0,68	39	1,0	27	1,0	0,33	0,47	56	27	82
2000	0,33	18	0,47	12	0,47	0,15	0,27	27	12	39
2500	0,27	15	0,39	10	0,39	0,12	0,18	22	10	33
3150	0,22	12	0,27	8,2	0,33	0,1	0,15	18	8,2	27
4000	0,18	10	0,22	6,8	0,27	0,08	0,12	12	6,8	22
5000	0,12	6,8	0,18	5,6	0,18	0,06	0,1	10	5,6	15
6300	0,1	5,6	0,15	3,9	0,15	0,047	0,082	8,2	3,9	12

Innym obwodem spotykanym w układzie elektrycznym zespołów głośnikowych jest rezystorowy dzielnik napięcia. Zadaniem dzielnika jest zmniejszenie poziomu napięcia doprowadzanego do głośnika w celu zmniejszenia natężenia dźwięku. Stosuje się to dla wyrównania skuteczności głośnika wysokotonowego w odniesieniu do niskotonowego. Dzielnik może być zrealizowany przez włączenie rezystora w szereg z głośnikiem. Daje to wprawdzie obniżenie napięcia na głośniku, ale jednocześnie wzrasta sumaryczna rezystancja. Zastosowanie dwóch rezystorów pozwala na wyeliminowanie tej wady – uzyskujemy podział napięcia przy zachowaniu tej samej rezystancji.



Rys. 7 Dzielnik napięcia

Z obliczeniem elementów dzielnika na pewno każdy sobie poradzi znając podstawy elektrotechniki. Nie chcąc narażać nikogo na stresy podam jednak tabelkę.

Przy współpracy filtru z rzeczywistym głośnikiem pojawia się wpływ parametrów głośnika na funkcjonowanie filtru. Może to być np. rezonans indukcyjności cewki głośnika z pojemnością filtru. Dlatego zawsze zaprojektowana zwrotnica wymaga sprawdzenia pomiarowego (elektroakustycznego) i odsłuchowego po zastosowaniu w zestawie głośnikowym.

Tabela 1 – Elementy dzielnika napięciowego

	R_g = 4 Ω		R_g = 8 Ω	
Tłumienie	R1	R2	R1	R2
[db]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]
1	0,47	33	0,82	68
2	0,82	15	1,8	33
3	1,2	10	2,2	18
4	1,5	6,8	2,7	15
5	1,8	5,6	3,3	10
6	2,2	3,9	3,9	8,2

W warunkach amatorskich zazwyczaj ograniczamy się do sprawdzenia odsłuchowego – chociaż można tu wykorzystać opisywany w PE analizator widma.

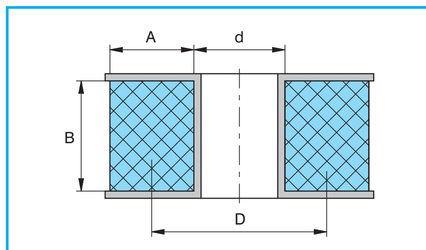
„Proste jest piękne" – mniej problemów stwarzają filtry proste i dlatego zalecam ich stosowanie. Bardziej złożone filtry wymagają kłopotliwego dobierania elementów i badań elektroakustycznych. Co jest charakterystyczne to dobre głośniki nie wymagają ekstra filtrów. Głośnik niskotonowy najlepiej pracuje podłączony bezpośrednio do wyjścia wzmacniacza. Rezystancja cewki filtru włączona między wyjście wzmacniacza a głośnik zmniejszy tłumienie elektryczne głośnika. Powinna więc być jak najmniejsza.

Elementy stosowane w zwrotnicach głośnikowych

Pomimo stosunkowo niskich częstotliwości z jakimi mamy do czynienia w zespołach głośnikowych, elementy stosowane do budowy zwrotnic głośnikowych powinny posiadać dobre parametry i zapewniać przenoszenie odpowiednio dużych prądów i mocy do głośników. Istnieją firmy specjalizujące się w produkcji elementów do zwrotnic głośnikowych a także firmy je rozprowadzające.

Cewki jak już podano powinny mieć jak najmniejszą rezystancję. Muszą więc być nawinięte odpowiednio grubym drutem. Najkorzystniejsze właściwości posiadają cewki powietrzne – nie wprowadzają zniekształceń nieliniowych. Wadą ich jest duża liczba zwojów wymagana do uzyskania odpowiednio dużej indukcyjności. Zastosowanie rdzenia ferromagnetycznego pozwala na znaczne zwiększenie indukcyjności a więc w konsekwencji daje zmniejszenie liczby zwojów i rezystancji cewki. Rdzenie nie mogą być zamknięte – wymagana jest przynajmniej kilkumilimetrowa szczelina. Mniejsze zniekształcenia mają rdzenie ferrytowe niż żelazne. Przy dużych prądach ferryt natomiast wprowadza silne ograniczanie. Przy rdzeniu żelaznym przebiega ono znacznie łagodniej.

Można zdobyć się na wykonanie cewki filtru we własnym zakresie i dlatego przytoczę zależności pozwalające na obliczenie wymaganej liczby zwojów dla uzyskania zakładanej indukcyjności cewki powietrznej. Charakterystyczne wymiary cewki są podane na rysunku 8.



Rys. 8 Wymiary cewki powietrznej

Wzór ogólny na obliczenie takiej cewki jest dość skomplikowany:

$$z = 10^3 \cdot \sqrt{\frac{L \cdot (D + 9B + 10A)}{80D^2}}$$

gdzie:
z – liczba zwojów,
L – wymagana indukcyjność [mH],
A, B, D – wymiary cewki [cm].

Wzór ten można znacznie uprościć jeśli wymiary cewki dobrane są w odpowiednich proporcjach: d = A; A = 1,2B; D = 2A = 2,4B. Wówczas liczbę zwojów można obliczyć z zależności:

$$z = 246 \cdot \sqrt{\frac{L\,[mH]}{B\,[cm]}}$$

Najlepiej byłoby jednak pójść do sklepu i kupić elementy o podanych parametrach.

Do nawinięcia cewki przygotować trzeba odpowiedni karkas i co najistotniejsze drut nawojowy w emalii lub bawełnie. Średnica drutu może zawierać się w przedziale od 0,7 do 2 mm. Głównym kryterium doboru średnicy drutu jest rezystancja cewki. Po obliczeniu ilości zwojów obliczymy powierzchnię przekroju uzwojenia:

$$s = z \cdot d_d^{\,2}$$

gdzie:
s – przekrój uzwojenia (A×B) [mm²],
z – ilość zwojów,
d_d – średnica drutu nawojowego [mm].

Po obliczeniu wymiaru B na podstawie podanych wyżej proporcji obliczymy pozostałe wymiary cewki:

$$B = 0{,}91 \cdot \sqrt{s}$$

Kondensatory stosowane w filtrach powinny mieć duże pojemności. Jako największe pojemności używane są kondensatory elektrolityczne. Powinny to być tzw. kondensatory bipolarne – nie wymagające polaryzacji napięcia stałego. Kondensator taki można uzyskać przez połączenie szeregowe w przeciwnym kierunku dwóch kondensatorów polarnych. Kondensatory elektrolityczne powinny mieć napięcie znamionowe 50÷100 V. Do łączenia szeregowego najlepsze będą kondensatory przewidziane do pracy impulsowej o małej impedancji szeregowej tzw. ESR.

Przy wyższych częstotliwościach (mniejsze pojemności) lepsze parametry posiadają kondensatory poliestrowe (KSE, MKSE, MKT), a jeszcze lepsze kondensatory z dielektrykiem polipropylenowym (MKP).

Elementy zwrotnicy można zamontować na płytce drukowanej. Dość często spotykanym rozwiązaniem jest montaż powietrzny. Oczywiście skomplikowaną zwrotnicę lepiej wykonać solidnie na płytce. Płytka może być bezpośrednio połączona z zaciskami zewnętrznymi zespołu głośnikowego. Podłączenie głośników do płytki wykonać przewodami o odpowiednim przekroju pamiętając o fazach głośników.

◊ ***R.K.***

Poprawki do budzika

W układzie budzika wprowadzono kilka poprawek. Oto ich lista:

1. Masa układu US2 (ULN2003A) na płytce powinna być na nóżce 8 (przedłużyć zworkę idącą poprzednio do nóżki 9 z C5).
2. Diody LED D1, D2 należy montować odwrotnie podłączając katodę D1 do masy zegara, a anodę D2 do nóżki 21 układu US1 „Budzik".
3. Zamienić należy wyprowadzenia układu US1 „Budzik". Nóżkę 6 US1 podłącza się do złącza GK' pole 2, nóżkę 24 (RB3) US1 do R7.
4. Na płytce klawiatury nóżka 2 złącza GK powinna być połączona z dolnym, lewym, wolnym oczkiem włącznika „Urządz." Patrząc od strony montażu.
5. Do kondensatora C9 należy dołączyć równolegle rezystor 2,4 kΩ.
6. Zmienić wartość rezystora R13 z 4,7 kΩ na 47 kΩ.

◊ ***mgr inż. Tomasz Kwiatkowski***

Przestrojenie głowicy UKF odbiornika radiowego Elizabeth HI-FI

Kontynuujemy wskazówki pozwalające na przedłużenie przydatności odbiorników dawnej produkcji krajowej po przestrojeniu głowicy UKF na pasmo 87,5÷108 MHz.

Opis głowicy

Seria odbiorników radiowych Elizabeth powstała w wyniku rozwoju licencji zakupionej przez polski przemysł elektroniczny w japońskiej firmie Sanyo. Pierwsza wersja odbiornika była produkowana całkowicie na podzespołach japońskich. Przy uruchamianiu produkcji współpracowali inżynierowie japońscy. Wszystko to działo się oczywiście w okresie Gierkowskim, który jakby nie patrzeć przyczynił się do rozwoju przemysłu krajowego. Także elektronicznego, skrupulatnie później zrujnowanego.

W ślad za tym pojawiły się licencje i rozwijano krajową produkcję półprzewodników i innych podzespołów. W tym okresie poziom technologiczny krajowego przemysłu elektronicznego zbliżył się do technologii stosowanych na zachodzie. W krótkim czasie i już w oparciu o podzespoły krajowe konstruowano kolejne wersje odbiornika Elizabeth. Była to mądra licencja, ponieważ po zniwelowaniu różnicy poziomu technologicznego przez jej zakup, była dalej rozwijana i udoskonalana w postaci nowych konstrukcji już polskich inżynierów. Tak powstały odbiorniki Elizabeth – Stereo DST-203 i Elizabeth HI-FI (DSH-101 i DSH-102). Wykorzystując podzespoły odbiornika Elizabeth skonstruowano odbiornik kwadrofoniczny Cezar-Quadro, a także uruchomiono eksperymentalną emisję radiową programów kwadrofonicznych.

Układ elektryczny głowicy UKF w kolejnych wersjach odbiornika nie uległ zmianie . Jest ona zrealizowana na trzech tranzystorach. Pewnym novum jest wykorzystanie tranzystora polowego złączowego we wzmacniaczu w.cz. i zastosowanie automatycznej regulacji wzmocnienia (ARW) w tym stopniu.

Przestrajany obwód wejściowy głowicy jest przystosowany do współpracy z przewodem symetrycznym 300 Ω. Stanowią go transformator w.cz. L1, trymer CT1, kondensator C1 i dioda pojemnościowa D1. Wstępnie wydzielony sygnał wejściowy jest podawany do bramki tranzystora T1, który do końca produkcji był sprowadzany z Japonii (2SK41E). Przez dzielnik R2, R3 do bramki doprowadzane jest napięcie regulujące ARW.

Z drenu T1 sygnał podawany jest do obwodu strojonego wzmacniacza w.cz składającego się z cewki L2, kondensatorów CT2 i C31 oraz diody pojemnościowej D2.

Mieszacz sumacyjny zrealizowany jest na tranzystorze T2. Do bazy tranzystora doprowadzony jest sygnał wejściowy (przez C7) i napięcie heterodyny (przez C8). Obwód L4, C9 to eliminator częstotliwości pośredniej 10,7 MHz. Mieszacz pracuje ze wspólnym emiterem. W obwodzie wyjściowym T2 znajduje się filtr pośredniej częstotliwości F1. Z uzwojenia wtórnego F1 sygnał podawany jest na wejście wzmacniacza p.cz.

Heterodyna na tranzystorze T5 pracującym ze wspólną bazą jest generatorem Colppitsa (z dzieloną pojemnością). Obwód rezonansowy heterodyny składa się z cewki L3, trymera CT3, diody pojemnościowej D3 i dołączonej przez kondensator C43 diody pojemnościowej automatycznej regulacji częstotliwości (ARCz.) D4. Dzielnik pojemnościowy generatora stanowią pojemności C25 i C24.

Napięcie strojenia zmieniające się w zakresie od 5÷25 V (w wersji 65,5÷73 MHz) jest doprowadzone do diod pojemnościowych przez rezystory R1, R6 i R28. Napięcie to może być wybierane przełącznikiem z trzech potencjometrów. VR4 jest potencjometrem sprzężonym ze skalą odbiornika, napędzanym pokrętłem strojenia. VR1 i VR2 są potencjometrami umożliwiającymi zaprogramowanie dwóch stacji na zakresie UKF. Rezystory nastawne VR3 i VR5 przeznaczone są do ustalenia minimalnej wartości napięcia strojenia. Maksymalną wartość napięcia strojenia reguluje się w zasilaczu odbiornika (VR301).

Mieszacz jest zasilany ciągle po włączeniu odbiornika (Uz1). Zasilanie wzmacniacza w.cz. i heterodyny jest odłączane (Uz2).

Przestrajanie głowicy

Niezbędne będzie wyjęcie odbiornika z obudowy. Przed tym należy jednak odłączyć odbiornik od sieci energetycznej i powyłączać inne kable. Zabezpieczyć obwody sieci przed możliwością porażenia przez dodatkowe zaizolowanie niebezpiecznych punktów.

Przy okazji sprawdzić i ewentualnie skorygować ustawienie wskazówki skali. Sprawdzić także oświetlenie skali i w razie potrzeby wymienić spalone żarówki. Przy przestrajaniu przydatny będzie inny odbiornik z zakresem UKF od 87,5 do 108 MHz. Ideałem byłby generator sygnałowy.

Głowica jest wykonana bezpośrednio na płytce odbiornika i nie posiada ekranów. Dzięki temu dostęp do niej jest ułatwiony. Znajduje się na skraju głównej płytki odbiornika w pobliżu kondensatora zmiennego. Dostęp do głowicy ułatwia

Rys. 1 Schemat ideowy głowicy

także wycięcie spodniej części korpusu metalowego pod płytką. Pewnym utrudnieniem przy demontażu jest zaginanie wyprowadzeń elementów.

Kolejność czynności jest następująca:

1. Wymontować kondensatory C1 i C4.
2. Odciąć górne wyprowadzenie cewki L3 na wysokości górnej części uzwojenia. Odwinąć jeden zwój i dolutować do wystającego z płytki wyprowadzenia. Resztę zwoju odciąć.
3. Włączyć zasilanie i ustawić zakres zmian napięcia strojenia. Napięcie zasilające potencjometry strojenia ustawić na 27,5 V regulując rezystorem VR301 znajdującym się na płytce zasilacza. Następnie rezystorami nastawnymi VR3 i VR5 ustawić minimalne napięcie strojenia na 3 V. Rezystory te znajdują się na przeciwnym do głowicy rogu płytki drukowanej. Dostęp do nich jest utrudniony przez ekran oświetlenia skali. Regulowane napięcia mierzyć multimetrem bezpośrednio na wyprowadzeniach potencjometrów VR1 i VR4.
4. Do odbiornika podłączyć głośnik i antenę. Po wyłączeniu ograniczania szumów i włączeniu przycisku U, pokrętłem strojenia uzyskać odbiór silnej stacji lokalnej.
5. Strojąc cewką heterodyny L3 i ewentualnie trymerem CT3 uzyskać odbiór tej stacji w odpowiednim miejscu na skali.
6. Dostroić obwód wejściowy i obwód wyjściowy wzmacniacza w.cz. na maksimum sygnału widoczne na wskaźniku dostrojenia.
7. Uzyskać właściwy zakres przestrajania przez uzyskanie odbioru stacji o najmniejszej częstotliwości (w pobliżu 87,5 MHz) i największej (około 108 MHz). Minimalną częstotliwość uzyskamy regulując cewką L3 a maksymalną regulując trymerem CT3.
8. Dostroić obwody wejściowy i wzmacniacza w.cz. do minimalnej częstotliwości odbieranej regulując cewkami L1 i L2. Zazwyczaj wymagane jest wykręcenie rdzeni tych cewek. Do maksymalnej częstotliwości odbieranej dostrajamy się trymerami CT1 i CT2. Przy strojeniu korzystamy ze wskaźnika dostrojenia odbiornika.

Po tych operacjach sprawdzić odbiór stereofoniczny sygnalizowany świeceniem diody „Stereo" i działanie wyciszania szumów. Oczywiście ponownie założyć obudowę i podłączyć wszystko co się da.

◊ **R.K.**

Pierwsza płyta CD-PE1 Praktycznego Elektronika

Pierwsza płyta CD-PE1 Wydawnictwa ARTKELE zawierająca ponad 2000 stron z 65 archiwalnych numerów PE z lat 1992÷1997 zapisanych w formacie Portable Document File (PDF). Tego jeszcze nie było !!!

Olbrzymie kompendium wiedzy w zakresie praktycznych zastosowań elektroniki. Opisy, aplikacje, urządzenia, nietypowe rozwiązania, jeden styl.

Na płycie CD-ROM znajduje się również baza artykułów PE (w formacie html) oraz wiele programów i narzędzi użytecznych w pracowni elektronika.

Oto jakie min. programy znajdziecie na płycie CD-PE:

– Protel 99 Second Edition (nowość !!!)
– Protel Manuals
– Protel 99
– Protel 99 Service Pack 1
– Protel Power Tool Pack 99
– PSpice ver. 8.0
– EDWin ver. 1.6
– LabWindows®/CVI™
– LabWindows Manuals
– Topanga SchematicMaker
– PADS ver. 4.09
– WinLog ver. 1.0
– CircuitMaker ver. 2.5
– WinDraft Schematic Capture
– WinBoard PCB Layout
– TinyCAD
– PCB Developer's Individual Assistant
– FaiSyn Automatic Filter Synthesizer ver. 2.2
– AIM-Spice
– ISISch
– AresPCB
– EMCFiltr
– Qcad
– Scooter-PCB
– Oscilloscope for Windows ver. 2.51
– Easytrax 2.06
– AT90S (AVR) Family Assembler and Simulator ver. 1.21
– AVR Studio version 1.45
– Microchip MPLAB ver. 4.00
– CCS PIC C compiler
– Internet Explorer 5.0 PL
– Adobe Acrobat 4.0

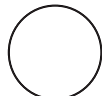
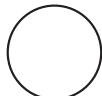
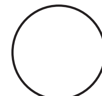
oraz wiele, wiele innych

Wszystkie programy w wersjach: freeware, shareware, trial, eval lub demo.

Płyty można zamawiać na kartach pocztowych, faksem lub e-mailem. Cena płyty CD-PE jest równa 30 zł + koszty wysyłki.

Chcąc obniżyć koszty zakupu płyty o 10% należy zamówienie składać na kuponie prenumeraty wpłacając na konto Wydawnictwa ARTKELE kwotę 34,00 zł (kwota ta pokrywa koszt płyty i wysyłki). Na kuponie należy w tym przypadku postawić krzyżyk w kratce z napisem CD-PE1. Równocześnie na tym samym kuponie można zamówić prenumeratę na kolejne kwartały roku 2000. Nie przyjmujemy już zamówień prenumeraty na pierwsze półrocze br.



Odcinek dla poczty	Odcinek dla posiadacza rachunku	Odcinek dla wpłacającego
zł...................... gr........................	zł...................... gr........................	zł...................... gr........................
.... słownie złotych ....groszy jak wyżej	.... słownie złotych ....groszy jak wyżej	.... słownie złotych ....groszy jak wyżej
imię i nazwisko (firma)	imię i nazwisko (firma)	imię i nazwisko (firma)
ulica / numer domu	ulica / numer domu	ulica / numer domu
☐☐-☐☐☐ kod pocztowy	☐☐-☐☐☐ kod pocztowy	☐☐-☐☐☐ kod pocztowy
miejscowość (poczta)	miejscowość (poczta)	miejscowość (poczta)
na rachunek: **A R T K E L E** ul. Jaskółcza 2/5 65-001 Zielona Góra	na rachunek: **A R T K E L E** ul. Jaskółcza 2/5 65-001 Zielona Góra	na rachunek: **A R T K E L E** ul. Jaskółcza 2/5 65-001 Zielona Góra
WBK S.A. II O/Zielona Góra 10901636-102847-128-0100-01	**WBK S.A. II O/Zielona Góra 10901636-102847-128-0100-01**	**WBK S.A. II O/Zielona Góra 10901636-102847-128-0100-01**
Datownik  Pobrano opłatę zł.......... gr............	Datownik  Pobrano opłatę zł.......... gr............	Datownik  Pobrano opłatę zł.......... gr............
.... podpis przyjmującego	.... podpis przyjmującego	.... podpis przyjmującego

Imię
Nazwisko
ul./os.
Ulica (miejscowość, wieś)
Numer domu / posesji
Kod pocztowy
Poczta (miejscowość)
Wszystkie dane personalne wpisać literami drukowanymi

Wytnij i naklej na kartę pocztową (wysyłka karty pocztowej kosztuje mniej niż wysyłka listu, a nam ułatwia pracę).

Płytki

Numer		Ilość
	szt.	
	szt.	
	szt.	
	szt.	
	szt.	
	szt.	
	szt.	
	szt.	
	szt.	
	szt.	

Czasopisma

Numer/rocznik		Ilość
/	szt.	
/	szt.	
/	szt.	
/	szt.	
/	szt.	
/	szt.	

Kserokopie

Numer płytki

W przypadku zamawiania kserokopii artykułów prosimy o podanie numeru płytki drukowanej zamieszczonej w tym artykule. Jeżeli w artykule występują dwie płytki należy podać tylko numer jednej z nich.
W rubryce UWAGI można wpisywać:
– nazwy programów, zamawianych układów,
– oznaczenia obudów, folii, zestawów itp.

Uwagi: ....

Wykaz dostępnych numerów archiwalnych:

3/1992, 8, 11, 12/95, 3, 4, 6, 8÷10, 12/1996, 5/1998 (wszystkie w cenie 3,00 zł)

3, 4, 6, 8÷12/1999 (wszystkie w cenie 3,60 zł)

9, 11, 12/1999, 1÷5/2000 (wszystkie w cenie 4,40 zł)

6÷8/2000 (wszystkie w cenie 4,80 zł)

Ten kupon można wyciąć i wysłać faksem: fax (całą dobę) (068) 324-71-03.

Zamawiam prenumeratę:

praktyczny Elektronik

wybrany okres prenumeraty, lub zamówienie płyty CD-PE1 zaznaczyć krzyżykiem

Płyta CD-PE1 34,00 zł	IV kwartał 2000r. 14,40 zł

Cena 1 egzemplarza wraz z kosztami wysyłki – 4,80 zł, cena CD-PE1 z kosztami wysyłki – 34,00 zł

Prenumerata to: bezpośrednie do domu, niezawodne i terminowe dostawy Praktycznego Elektronika

Pamiętaj! Pomyśl o tym już dziś!

kupon ważny do 20.08.2000r.

Zamawiam prenumeratę:

praktyczny Elektronik

wybrany okres prenumeraty, lub zamówienie płyty CD-PE1 zaznaczyć krzyżykiem

Płyta CD-PE1 34,00 zł	IV kwartał 2000r. 14,40 zł

Cena 1 egzemplarza wraz z kosztami wysyłki – 4,80 zł, cena CD-PE1 z kosztami wysyłki – 34,00 zł

Prenumerata to: bezpośrednie do domu, niezawodne i terminowe dostawy Praktycznego Elektronika

Pamiętaj! Pomyśl o tym już dziś!

kupon ważny do 20.08.2000r.

Zamawiam prenumeratę:

praktyczny Elektronik

wybrany okres prenumeraty, lub zamówienie płyty CD-PE1 zaznaczyć krzyżykiem

Płyta CD-PE1 34,00 zł	IV kwartał 2000r. 14,40 zł

Cena 1 egzemplarza wraz z kosztami wysyłki – 4,80 zł, cena CD-PE1 z kosztami wysyłki – 34,00 zł

Prenumerata to: bezpośrednie do domu, niezawodne i terminowe dostawy Praktycznego Elektronika

Pamiętaj! Pomyśl o tym już dziś!

kupon ważny do 20.08.2000r.

Katalog Praktycznego Elektronika
Głośniki produkcji TONSIL S.A. cz. 1

Głośniki szerkopasmowe uniwersalne

	Parametry podstawowe					Parametry cewki				Magnes				Częst	Wymiary	
Model	Z	F	P_{max}	P_{nom}	E	Re	h	Dc	Korp	D×h	m	B	Mat.	Fs	D1	D2
	[Ω]	[Hz]	[W]	[W]	[dB]	[Ω]	[mm]	[mm]		[mm]	[g]	[T]		[Hz]	[mm]	[mm]
GD 5/0,2/1	8	300÷4,5k	0,3	0,2	86	7,7	3,5	13	paper	13×10	9,5	0,53	cobalt	470	44,0	–
GD 5/0,2/1	40	300÷4,5k	0,3	0,2	85	36	5	13	paper	13×10	9,5	0,53	cobalt	430	44,0	–
GD 5/0,2/2	8	300÷4,5k	0,3	0,2	86	7,7	3,5	13	paper	36×16×7	30	0,74	ferrite	470	44,0	–
GD 5/0,2/2	40	300÷4,5k	0,3	0,2	85	36	5	13	paper	36×16×7	30	0,74	ferrite	430	44,0	–
GD 5/0,2/2	50	300÷4,5k	0,3	0,2	88	45	2,7	13	paper	36×16×7	30	0,74	ferrite	440	44,0	–
GD 6/0,5	4	300÷5,0k	0,75	0,5	89	3,6	3	13	paper	13×12	11,5	0,53	cobalt	300	57,0	–
GD 6/0,5	8	300÷5,0k	0,75	0,5	89	7,3	4	13	paper	13×12	11,5	0,53	cobalt	300	57,0	–
GD 6/0,5	15	300÷4,5k	0,75	0,5	88	13,7	4	13	paper	13×12	11,5	0,53	cobalt	300	57,0	–
GD 6/0,6	8	230÷5,5k	1,0	0,6	88	7,3	4	13	paper	13×12	11,5	0,53	cobalt	330	57,0	–
GD 8/1	4	150÷9,0k	1,5	1,0	88	3,6	5,3	14	paper	13,98×10	14,4	0,51	cobalt	230	73,0	–
GD 8/1	8	150÷9,0k	1,5	1,0	88	6,9	4,9	14	paper	13,98×10	14,4	0,51	cobalt	230	73,0	–
GD 8/1	15	150÷9,0k	1,5	1,0	86	13,7	4,9	14	paper	13,98×10	14,4	0,51	cobalt	250	73,0	–
GD 8/1	25	150÷9,0k	1,5	1,0	88	22,7	5,5	14	paper	13,98×10	14,4	0,51	cobalt	250	73,0	–
GD 10/1,5	4	120÷7,0k	2,0	1,5	89	3,6	5,3	14	paper	14×13	14,5	0,51	cobalt	170	90,6	119,0
GD 10/1,5	8	120÷7,0k	2,0	1,5	89	6,9	4,8	14	paper	14×13	14,5	0,51	cobalt	170	90,6	119,0
GD 10/1,5	25	120÷7,0k	2,0	1,5	87	22,7	5,5	14	paper	14×13	14,5	0,51	cobalt	170	90,6	119,0
GD 10/2	4	120÷7,5k	3,0	2,0	91	3,6	5,3	14		50×8	63	0,90		170	90,6	119,0
GD 10/2	8	120÷7,5k	3,0	2,0	91	6,9	4,8	14		50×8	63	0,95		170	90,6	119,0
GD 10/4	8	80÷7,0k	4,0	2,0	88	7	5,8	14	nomex	2×39×9	72	0,72	ferrite	180	91,6	118,0
GD 10/10	4	100÷10k	15,0	10,0	89	3,6	5,3	14	nomex	50×8	63	0,85	ferrite	145	91,6	118,0
GD 10/10	8	100÷10k	15,0	10,0	89	7	5,8	14	nomex	50×8	63	0,85	ferrite	145	91,6	118,0
GD 12/8/2	4	105÷10k	12,0	8,0	90	3,3	5,6	20		70×10	150	0,88	ferrite	105	108,0	120,0
GD 16/25	4	85÷8,0k	35,0	25,0	91	3,2	6,5	25		70×10	150	0,75		65	150,1	156,0
GD 16/25	8	85÷8,0k	35,0	25,0	91	6,8	10,3	25		70×10	150	0,75		65	150,1	156,0
GD 16/25/1	8	85÷8,0k	35,0	25,0	91	6,8	10,3	25		70×10	150	0,75	ferrite	65	150,1	156,0
GDS 16/30	8	90÷12k	60,0	30,0	88	7,3	7,4	25		70×15	230	0,67		55	136,0	156,0
GD 16/40	8	85÷8,0k	60,0	35,0	89	7,3	7,4	25		70×15	230	0,73	ferrite	65	151,0	163,0
GD 20/20	8	50÷8,0k	30,0	20,0	90	6,9	8,5	25		70×10	151	0,56	ferrite	60	177,0	193,0
GD 20/20	15	50÷8,0k	30,0	20,0	90	13,7	8,2	25		70×10	151	0,56	ferrite	60	177,0	193,0
GD 20/20/1	15	50÷8,0k	30,0	20,0	90	13,7	8,2	25		70×10	151	0,56		60	177,0	193,0
GD 20/25	8	50÷6,0k	35,0	25,0	90	7,3	7,4	25		70×15	228	0,67		45	177,0	193,0
GD 25/50	8	100÷6,0k	50,0	30,0	94	7,2	8,3	25		70×15	230	0,90	ferrite	100	222,0	250,0
GD 30/50	8	60÷5,0k	110	50,0	95	7,3	10,5	35		110×18	600	1,10	ferrite	75	274,0	293,0
GD 30/50/3	8	75÷4,5k	110	50,0	94	6,4	12,1	35		110×18	600	1,10	ferrite	74	274,0	293,0
GD 30/100	4	60÷4,0k	250	100	97	3,5	10,9	35		134×19	1100	1,10	ferrite	75	274,0	293,0
GD 30/100	8	60÷4,0k	250	100	97	6,4	12,3	35		134×19	1100	1,15	ferrite	75	274,0	293,0
GD 713/1,5	4	210÷7,0k	1,5	2,0	86	3,6	3,5	13		13×12	11,5	0,53	cobalt	210		51×105
GD 7–13/1,5	8	210÷7,0k	1,5	2,0	86	7,7	3,5	13		13×12	11,5	0,53	cobalt	210		51×105
GD 7–13/1,5	15	210÷7,0k	1,5	2,0	84	14,0	3,6	13		13×12	11,5	0,53	cobalt	210		51×105
GDS 30/100	8	60÷10k	100	250	97	6,4	12,3	35		134x19	1100	1,15	ferrite	85	274,0	293,0

Głośniki średniotonowe

	Parametry podstawowe					Parametry cewki			Magnes			Częstot.		Wymiary	
Model	Z	F	P_{max}	P_{nom}	E	Re	h	Dc	D×h	m	B	Fs	Fp	D1	D2
	[Ω]	[kHz]	[W]	[W]	[dB]	[Ω]	[mm]	[mm]	[mm]	[g]	[T]	[kHz]	[kHz]	[mm]	[mm]
GDM 10/60	8	1÷9	90	60	90	7,0	6,4	20	70×10	150	0,88	0,27	1,5	88	–
GDM 10/60/2	4	1÷9	90	60	91	3,3	5,6	20	70×10	150	0,88	0,58	1,0	88	–
GDM 10/60/2	8	1÷9	90	60	91	7,0	6,4	20	70×10	150	0,88	0,58	1,0	88	–
GDM 10/60/3	8	1÷9	90	60	90	7,0	6,4	20	70×10	150	0,88	0,6	1,0	88	–

GDM 10/60/4	4	1÷9	90	60	91	3,3	5,6	20	70×10	150	0,88	0,58	1,0	88	–
GDM 10/60/4	8	1÷9	90	60	91	7,0	6,4	20	70×10	150	0,88	0,58	1,0	88	–
GDM 10/60/8	8	1÷9	90	60	90	7,0	6,4	20	70×10	150	0,88	–	1,0	88	–
GDM 10/80/1	8	1÷9	100	80	90	7,0	6,4	20	70×10	150	0,88	0,27	1,5	88	110
GDM 10/80/2	8	1÷9	90	60	89	7,0	6,4	20	70×10	150	0,88	0,58	1,0	88	–
GDM 12/60	4	1÷9	90	60	91	3,3	5,6	20	70×10	150	0,88	0,25	1,0	110	120
GDM 12/60	8	1÷9	90	60	91	7,0	6,4	20	70×10	150	0,88	0,25	1,0	110	120
GDM 12/60/2	8	1÷9	90	60	92	7,0	6,4	20	70×10	150	0,88	0,65	1,0	110	120
GDM 12/60/3	8	1÷9	90	60	91	7,0	6,4	20	70×10	150	0,88	0,35	1,0	110	120
GDM 12/60/4	8	1÷9	90	60	92	7,0	6,4	20	70×10	150	0,88	0,65	1,0	110	120
GDM 12/60/7	8	1÷9	90	60	89	7,0	6,4	20	70×10	150	0,88	–	1,0	110	120
GDM 16/80/1	8	0,7÷9	120	80	94	7,0	7,5	35	110×18	600	1,06	0,4	1,0	136	156
GDM 16/80/3	8	0,7÷9	120	80	94	7,0	7,5	35	110×60	600	1,06	0,4	1,0	136	156
GDM 16/150	8	0,7÷9	250	150	94	7,3	11,0	35	110×18	600	1,06	–	1,0	136	156
GDM 18/80	8	0,5÷9	125	100	92	7,0	7,5	35	110×18	600	1,06	–	1,0	139	165
GDM 18/80	15	0,5÷9	125	100	92	13,5	11,0	35	110×18	600	1,06	–	1,0	139	165
GDM 18/80/5	8	0,5÷6	160	80	94	6,7	7,0	35	110×18	600	1,15	–	1,0	139	165
GDM 18/100	8	0,5÷7	200	100	92	6,8	7,8	35	110×18	600	1,06	85	1,0	139	165
GDMK 11/60	8	1,5÷9	90	60	92	6,8	3,0	35	90×13	1000	1,05	0,8	1,5	100	–
GDMK 11/60/1	4	1÷9	90	60	92	3,22	2,5	35	90×13	310	1,05	0,6	1,0	100	124
GDMK 11/60/1	8	1÷9	90	60	92	6,8	3,0	35	90×13	310	1,05	0,6	1,0	100	124
GDMK 11/60/4	8	1÷9	90	60	90	6,8	3,0	35	90×13	310	1,05	0,6	1,0	100	124
GDMT 18–36/160	8	1–10	320	160	102	5,0	6,5	52,1	110×18	600	0,8	–	2,0	250×145	264×158

Głośniki wysokotonowe kopułkowe

	Parametry podstawowe					Parametry cewki			Magnes			Częstot.		Wymiary	
Model	**Z**	**F**	**P_{max}**	**P_{nom}**	**E**	**Re**	**h**	**Dc**	**D×h**	**m**	**B**	**Fs**	**Fp**	**D1**	**D2**
	[Ω]	[Khz]	[W]	[W]	[dB]	[Ω]	[mm]	[mm]	[mm]	[g]	[T]	[kHz]	[kHz]	[mm]	[mm]
GDWK 3,5/20	5,5	4÷20	40	20	84	4,8	3	10	27×5	8,4	0,68	–	5,0	–	–
GDWK 6,5/10	4	4÷20	25	10	91	3,6	2	13	36×7	30	0,8	–	5,0	54	66
GDWK6,5/10	8	4÷20	25	10	93	6,7	1,8	13	36×7	30	0,8	–	7,5	54	66
GDWK 7/50	8	4÷20	100	50	89	6,3	1,3	18	5×50×8	63	1	–	7,0	60	79
GDWK 7/50/12	8	4÷20	100	50	89	6,3	1,3	18	5×50×8	63	1	–	7,0	60	79
GDWK 7/50/19	8	4÷20	100	50	89	6,3	1,3	18	5×50×8	63	1	2,4	7,0	60	79
GDWK 8/50	8	4÷20	100	50	89	6,3	1,3	18	5×50×8	63	1	2,4	7,0	53	67
GDWK 8,5/50	8	4÷20	100	50	89	6,3	1,3	18	5×50×8	63	1	2,4	7,0	60	74
GDWK 9/80	4	4÷20	160	80	89	2,9	3	25	70×10	150	1,16	–	4,8	80	100
GDWK 9/80/1	4	4÷20	160	80	90	2,9	2,9	25	70×10	150	1,10	1,1	4,8	80	100
GDWK 9/80/1	8	4÷20	160	80	90	6,3	1,9	25	70×10	150	1,16	1,1	4,8	80	100
GDWK 9/80/2	4	4÷20	160	80	93	2,9	2,9	25	70×10	150	1,10	1,1	4,8	80	100
GDWK 9/80/2	8	4÷20	160	80	92	6,3	1,9	25	70×10	150	1,16	1,1	4,8	80	100
GDWK 9/80/3	8	4÷20	160	80	87	6,3	1,9	25	65×10	126	0,95	1,1	4,8	80	100
GDWK 9/80/5	8	4÷20	160	80	91	6,3	1,9	25	65×10	126	0,95	1,1	4,8	80	100
GDWK 9/80/6	8	4÷20	160	80	94	6,3	1,9	25	70×10	160	1,16	1,1	4,8	70	100
GDWK 9/80/14	8	4÷20	160	80	89	6,3	1,9	25	70×10	150	1,16	1,1	4,8	80	100
GDWK 9/120	8	4÷20	160	120	94	6,3	1,9	25	70×15	230	1,29	1,2	4,8	80	100
GDWK 9/120/12F	8	4÷20	160	120	90	6,3	1,9	25	70×10	160	1,16	1,2	4,8	80	100
GDWK 10/80	8	4÷20	160	80	90	6,3	1,9	25	70×15	230	1,29	–	4,8	77	88
GDWK 10/80T	8	4÷20	160	80	90	6,3	1,9	25	70×15	230	1,16	–	4,8	70	88
GDWK 10/80T	15	4÷20	160	80	90	12	2,5	25	70×15	230	1,16	–	4,8	70	88
GDWK 10/80/3	8	4÷20	160	80	90	6,3	1,9	25	70×15	230	1,29	–	4,8	77	88
GDWK 10/80/6	8	4÷20	160	80	90	6,3	2,0	25	70×15	230	1,29	–	4,8	77	88
GDWK 10/80/7	8	4÷20	160	80	90	6,3	2,0	25	70×15	230	1,29	–	4,8	77	88
GDWK 10/80/8	8	4÷20	160	80	90	6,3	1,9	25	70×15	230	1,29	–	4,8	77	88
GDWK 11/100	8	4÷20	160	80	89	6,3	1,9	25	70×15	230	1,16	–	4,8	70	98
GDWK 8÷11/120	8	2÷20	160	120	90	6,3	1,9	25	65×10	120	1,08	1,2	4,8	65	90×62
GDWK 8÷11/120	15	2÷20	160	120	89	12	1,9	25	65×10	120	1,08	1,2	4,8	65	90×62
GDWK 8÷12/120	8	2÷20	160	120	89	6,3	1,9	25	65×10	120	1,08	1,2	4,8	65	58×96
GDWK 8÷13/120	8	2÷20	160	120	90	6,3	1,9	25	70×10	160	1,16	1,2	4,8	74	62×94

GIEŁDA PE

SPRZEDAM

AUTOTRAFO 250V/20A płynna regulacja I/U automat 4kW - 450PLN: elektroniczny sygnalizator brań ryb 45PLN: trafa (220V) do 1kW różne sprawne tanio: drut nawojowy DNEĆ0,5/0,4/0,3. Andrzej Dołęcki. Tel. 0 71 365 41 39
CZĘŚCI zamienne do antycznych odbiorników radiowych. Magnetofon szpulowy. Cena 40 zł. Częstochowa tel. 363-52-97
EMULATOR pamięci EPROM Z7(c) 16÷27(c)512. Komunikacja przez RS232 za pomocą programu okienkowego. Gwarancja! Cena: 130PLN tel.(052)381-95-42
GALWANOMETRY do sterowania światłem lasera EdW 4/97 40 zł, styczniki 380V 100A 50zł. Adam Pisarewicz, 59-220 Legnica, ul. Dąbrowskiego 1/7 tel. 86 272 35
KONDENSATORY 10mF - 1,5kV i inne. Przekaźniki Mtd6, Mtd12, Mtwd6, kontaktronowe, głośniki YD50-025W 8W. UCY7447, KT907, ULY7741, UL1540, ULY7855, BUX41, KD503 (061)878 81-52
LOGO 24RL-SIEMENS (nowe) + komplet oprogramowania + zasilacz + przewód do PC. Cena do uzgodnienia. Maciej Gołębiowski ul. Hłaski 22, 22 470 Zwierzyniec, tel.(084)6872593 - wieczorem
NADAJNIKI FM różne moce. Schematy anten do nadajników. Koder stereo w cenie 40 zł. Zadzwoń aby dowiedzieć się więcej 0604427081 po 16-tej. ODTWARZACZ CD TEAC CDP-1100 cena 450zł, tel. 052 5813942 po 15.00

WYKRYWACZE metali, schematy, sondy, płytki. Sprzedam-kupię-wymienię. Sondę wodną od magnetometru OGF sprzedam. Fisher Gemini-3 o zasięgu do 6 metrów za pół ceny sprzedam. Sylwester Królak, ul. Wyki 19/6, 75-337 Koszalin.
PILNIE dwie kolumny Altus 110 stan idealny cena 500zł. Bieniaszewski Piotr, ul. Pionierów Lubuskich 21, 66-002 Stary Kisielin. Tel 068 320 96 24 Lubuskie.
PROFESJONALNY wykrywacz metali fabrycznie nowy przystosowany do pracy w wodzie. Nazwa W-4-P. Cena 600zł + koszt przesyłki. Marcin Chyła os. Kopernika 1/47, 86-200 Chełmno.
PROGRAMATOR procesorów PIC16F84 oraz pamięci 24LC16 wraz z oprogramowaniem, dodatkowo oscyloskop na PC. Tel. (041) 345-62-09 e-mail: lerc@poczta.onet.pl
RADIOTELEFON CB ALAN38. 27MHz + schemat ideowy. Cena 60PLN. Wiadomość - Bartosz Fenyk ul. Glazera 5m21. 37-700 Przemyśl. Tel. 0166702583 po godz. 16.00.
SYNTEZA/GENERATOR UKF do PE4/99, zaprogramowany mP. Informacja: koperta zwrotna + znaczek. P. Bujak, ul. Daszyńskiego 15/8, 08-110 Siedlce. 0603553882
TANIO procesor INTEL PENTIUM 90MHz. Kupię wtyk do telefonu Nokia 5110. Łukasz Panasiuk Chudaczewo 32/1, 76-113 Postomino tel. 0605 385 409.
TANIO! Archiwalne roczniki lub pojedyncze numery MT, Re, EP, EH, EdW, PE oraz inne z lat 60, 70,80,90. Pełny wykaz wyślę. Kop+zn. R. Kujawa, Os. Wiślana 11m9, 08-520 Deblin (0-81)8832663
WYKRYWACZE metali VLF PJ i inne kupię schemat PJ z rozróżnianiem. Informacja tel. 0608167023
GENERATOR obrazu kontrolnego GTV19. Obraz kont. Jak w TVP. Tła: RGB-biel-czerń. Wyjścia: AV-RGB-RF. Fonia: DK-BG. Zadzwoń, wyślę dokładne dane tel. (034)3577834, 3577-255
WYKRYWACZ metali Garrett ADS 7, amerykański, dla konesera, rozbudowana elektronika, sprawny, 1700 zł. A. Wyka, ul. Lipowa 6A/17, 81-572 Gdynia tel (058)7810889 lub 602 224 228
POSIADAM katalogi lamp elektronowych, transformatorów sieciowych i silników elektrycznych. Koperta + znaczek. Stanisław Masztalerz, Urbanowice 51/4, 47-270 Gościęcin.
MAGNETOWID stereo Graetz z drobną usterką mech. do bezproblemowego usunięcia za 150 zł.

Marcin Błaszczykowski, ul. Boh. Monte Cassino 15/10, 81 704 Sopot. Dzwonić po1800 lub po 1500.
CYFROWY dekoder kaset z korektorem - 40 zł, schemat dekodera C+ - 43 zł, koder kaset - 160 zł, opis transformatora Tesli - 50 zł, adapter do wieży SABA C53562 - 50 zł. Andrzej, 0602801724.
KOŃCÓWKI mocy AUDIO MOS 100÷300W. Małe płytki (SMD), uruchomione. Również zasilacz oraz filtr aktywny (SMD) dla subwoofera. Niedrogo!!!. Arek, tel. 0601 740507.
WSKAŹNIKI stanu akumulatora sam. - bardzo dokładny pomiar napięcia, sygnał. rozładowania i przeładowania 20 zł+4 zł (koszt wys.). oraz intel. Symulatory alarmu 12 zł. Tel. 0655404904.
WYPRZEDAM dekodery PAL-SECAM na TDA4555 do: Jowisza zamienne za MD2007/MD2008 i Heliosa zam. za MD2021. Ceny od 22zł. Więcej = taniej!!!. Oferty , info: kop. + znaczek, Grzegorz Zu-

LEGALNE PŁYTKI TYLKO W ARTKELE

Szanowni Państwo!!!
W związku z zaostrzeniem przepisów ustawy o prawie autorskim, przypominamy, że płytki drukowane, programy, zaprogramowane układy i płyty CD publikowane w „Praktycznym Elektroniku” można nabywać tylko i wyłącznie w siedzibie wydawnictwa. Nasze płytki charakteryzują się tym, że posiadają napis „ARTKELE” i numer płytki po stronie folii miedzianej, ocynowane ścieżki przewodzące oraz naniesioną warstwę opisową elementów.

UWAGA!!! Tanie ogłoszenia ramkowe w rubryce Giełda PE!!!

Ogłoszenia mogą mieć typową szerokość jednej szpalty tzn. 56 mm, ich wysokość ogranicza jedynie wysokość strony. Minimalna wysokość ramki to 1 cm. Cena ogłoszenia ramkowego wynosi 20 zł + 22% podatku VAT za każdy rozpoczęty centymetr wysokości. Oferta skierowana jest do osób fizycznych i firm zamieszczające ogłoszenia w celach zarobkowych.
Materiał reklamowy może być dostarczany w formie elektronicznej lub projektu graficznego na papierze. Materiały można dostarczać pocztą na dyskietkach 3,5” (1,44 MB), wraz z wydrukiem próbnym reklamy. Pliki o rozmiarach nie przekraczających 500 kB (po skompresowaniu archiwizerem pkzip, arj lub rar) można dostarczyć pocztą elektroniczną na adres reklama@pe.com.pl. Należność za płatne ogłoszenia ramkowe może być uregulowana przelewem na konto: WBK S.A. II/O Zielona Góra nr 10901636-102847-128-00-0 lub przekazem na adres redakcji.

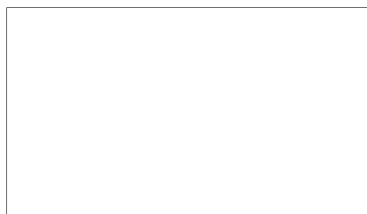
Giełda PE

Kupon zamówienia na płatne ogłoszenie ramkowe w rubryce giełda PE

Numer NIP: ....

Oświadczam, że Nasza firma jest upoważniona do otrzymywania i wystawiania faktur VAT.
Upoważniamy firmę ARTKELE Wydawnictwo Techniczne do wystawiania faktur VAT bez naszego podpisu.

Zamawiam płatne ogłoszenie ramkowe o wysokości: ....cm, w numerach: ....PE



pieczęć firmy z nazwą i adresem

....
Czytelny podpis zamawiającego

Giełda PE

Bezpłatne ogłoszenia drobne wyłącznie dla osób fizycznych

Zaznacz rubrykę w której ma zostać zamieszczone ogłoszenie

☐ Sprzedam ☐ Poszukuję
☐ Kupię ☐ Zamienię ☐ Inne

Kupon ważny do 20.09.2000

Kupony prosimy przesyłać w kopercie z dopiskiem GIEŁDA PE

brzycki ul. Zgierska 110/120 m. 211, 91 303 Łódź. (042) 654 40 98.

CHORUS, flanger, syntezator gitarowy, distortion, oraz wiele innych efektów w postaci schematów i opisów. Sprzedam - wymienię. Info k+z. D. Lewandowski skr. p. 5, 20 950 Lublin 1.

WĘŻA świetlnego cena do uzgodnienia. 7 czasopism Commodore & Amiga. Rafał Słomkowski (052) 355 20 89.

FALOWNIKI tanio od 180W do 22kW. Wysyłam ofertę cena 22kW - 1.150zł. Jerzy Krupiński 58-100 Świdnica, ul. W. Łokietka 31/3. Tel. (074) 8529257, 0602642896.

C1 116 oscylo 2 kanały 200MHz na części serwisowe. Lampa + podst + powielacz + ekran 75zł. Pozostałe płytki i okablowanie od 10÷20zł całość taniej tel(075) 75 15 177.

KUPIĘ

IGŁĘ UK8 do gramofonu elektrycznego T4 DANIEL. Kluz ul. Braci Śniadeckich 15, 37-100 Łańcut

LITERATURĘ elektroniczną dotyczącą projektowania kolumn głośnikowych i skrzyń basowych. Poszukuję książki Aleksandra Witorta „Zestawy Głośnikowe", Poznań tel. 0618685560

SCHEMATY ideowe (ksero) Grundig MK2500 automatik, Jubilat, Junior DMP202. Piotr Puszkiewicz ul. Wojska Polskiego 2m6, 87-500 Rypin.

LAPTOPA używanego, ale sprawnego z ekranem monochromatycznym, nawet 386 z zegarem od 400MHz. Może mieć zużyte akumulatory. Ceny do 350 PLN. Tel. (074)843 31 66.

PE 1, 3, 4, 6-12/98. 1,4,5,7,10,11/99. Oferty z ceną kierować na adres A. K. 15-669 Białystok, ul. Słonecznikowa 25/21

PILNIE diody BB113 szt. 5 oraz preskaler SP8629 szt. 3 telefon 032/2153391

INTERFEJS umożliwiający podłączenie stacji dysków do Amigi CD 32 lub schemat tego komputera tel. 084 6397771 prosić Rafała.

ZAMIENIĘ

CZASOPISMA AUDIO: 2, 3, 11, 4/99, 5, 6, 12/97, 10/96 na coś z elektroniki lub tanio sprzedam. Tomasz Konopka, ul. Rycerska 1A/2, 02-120 LEGIONOWO

SCHEMATY wykryywaczy metali VLF PI inne szczegółowy opis wykonania, wysokie parametry - wymienię, odstąpię. Jan Kuźma 22 400 Zamość, ul. Reja 9/39, tel. (084) 639 19 49

POSZUKUJĘ

KSIĄŻEK dot. Elektroniki i elektromechaniki samochodowej, chłodniczej, klimatyzacyjnej i pomiarów elektrycznych. Mariusz Potocki, Ostrowieczko 5/1, 63-140 Dolsk

PILNIE scalak TA-7663P, może być z odzysku byle sprawny, ewentualnie odpowiednik. Cena nie gra roli. Może być jego schemat lub aplikacje w magnetofonie. 0523539521

INSTRUKCJI serwisowej magn. MDS506 HXPRO DIORY. Płytkę kompletną wyświetlacza do CD502 DIORY. Buda Włodzimierz ul. Skłodowskiej 37/128, 85-733 Bydgoszcz. Tel. 052-378-31-08

KUPIĘ program AF-ANALYSER - opis był publikowany w EE nr 4 i 5/1996 r. Andrzej 0-601-253-731

INNE

RADIO kodowane uruchomię. Telefon komórkowy odblokuję kontakt telefoniczny 052-353-08-54 lub 0-601-642-780

WYKONAM projekty ulotek i informatorów o tematyce elektronicznej. Info. Kop. zw. + znaczek „A". Zb. Jereczek ul. Świętopełka 2F/4B. Kościerzyna 83-400 lub tel. 0-604-66-99-71

OBWODY drukowane pojedyncze sztuki, krótkie serie wykonam. Andrzej Moniak, 32 082 Bolechowice 107, tel. 0122853497 po godz. 18.

KONKURS!!!

Konkurs dla czytelników. W numerze 3/2000 opublikowaliśmy projekt urządzenia pt. „Mikser audio do udźwiękowiania filmów video". Na naszej stronie internetowej *www.pe.com.pl* umieściliśmy zdjęcie wykonanego prototypu urządzenia. Konkurs polega na odpowiedzi na pytanie.

Czym różni się wykonany prototyp od zaprojektowanego w naszym miesięczniku?

Na czytelników czekają nagrody w postaci 30 katalogów firmy ZILOG na płytach CD. Nagrody rozlosujemy wśród osób które przyślą e-mail z prawidłową odpowiedzią na adres *reklama@pe.com.pl*.
W odpowiedzi prosimy podać dokładny adres zwrotny. Jako temat e-maila prosimy wpisać „konkurs".

Treść ogłoszenia:

....
....
....
....
....

Ogłoszenia ramkowe w Giełdzie PE

wysokość dowolna min. 10 mm

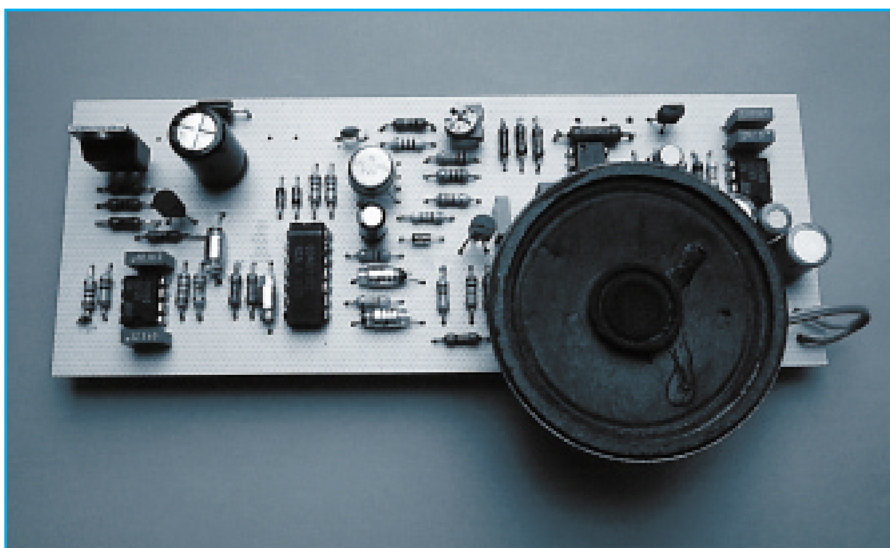
szerokość 56 mm

Do zamówienia dołączam:

☐ dyskietkę ☐ rysunek ☐ inne ....
☐ zdjęcie ☐ e-mail ....

Impulsowy wykrywacz metali

Poszukiwanie skarbów staje się coraz popularniejszym zajęciem. Tworzą się fankluby i nawet pojawiają się specjalistyczne czasopisma poruszające tą tematykę. Co prawda twierdzę nieodmiennie, że najłatwiej jest znaleźć na plaży zgubione monety, ale nie wszyscy zgadzają się z tą opinią. W Praktycznym Elektroniku prezentowano już dwa układy wykrywaczy metali, lecz ten opisany w poniższym artykule bazuje na zupełnie innej metodzie wykrywania metalu. Trzeba przyznać, że jak na konstrukcje amatorską posiada on naprawdę dużą czułość. Musimy też ostrzec Czytelników, że pod ziemią kryje się jeszcze wiele niewypałów i niewybuchów. Prowadząc prace poszukiwawcze koniecznie trzeba zachować odpowiednią ostrożność. Pamiętajmy także o tym aby kopiąc doły nie niszczyć przyrody, a miejsca prac doprowadzić do stanu pierwotnego.



Opisane dotychczas w Praktycznym elektroniku wykrywacze charakteryzowały się pracą ciągłą. Cewka pomiarowa w kształcie koła zasilana była z generatora o częstotliwości kilkunastu kiloherców. Dokładniej mówiąc cewka ta była elementem generatora. Indukcyjność cewki wraz z dołączoną pojemnością tworzyła obwód rezonansowy. Gdy w polu działania cewki znalazł się przedmiot metalowy działał on jak rdzeń wpływając na zmianę indukcyjności. Pociągało to za sobą zmianę częstotliwości generacji. Niewielkie odchyłki częstotliwości generatora można zmierzyć na dwa sposoby. Pierwszym jest metoda zdudnieniowa, polegająca na zmieszaniu ze sobą sygnałów generatora wzorcowego i generatora LC w którym indukcyjność tworzy cewka pomiarowa. Efektem zdudnienia jest ton o częstotliwości zależnej od różnicy częstotliwości generatora LC i generatora wzorcowego. Im ton wyższy tym zmiana indukcyjności większa. Zmiana częstotliwości zależy od wielkości przedmiotu umieszczonego w polu cewki i od odległości cewki od wykrytego przedmiotu.

Klasyczny układ takiego wykrywacza nie jest w stanie rozróżnić czy częstotliwość wzrosła czy też zmalała. Zmiana tonu w obu przypadkach jest jednakowa. Możliwe jest jednak wyposażenie wykrywacza w dodatkowy układ porównujący obie częstotliwości i pokazujący kierunek zmian. Taki wykrywacz jest w stanie odróżnić żelazo od złota czy srebra. To pierwsze jest ferromagnetykiem, czyli powoduje wzrost indukcyjności i zmniejszenie częstotliwości generacji. Natomiast złoto lub srebro zalicza się do grupy diamagnetyków, czyli materiałów o przenikalności magnetycznej mniejszej niż próżnia. Powodują one zmniejszenie indukcyjności cewki pomiarowej i wzrost częstotliwości generacji.

Mikroprocesorowy wykrywacz jest po prostu precyzyjnym miernikiem częstotliwości który pokazuje odchyłkę wywołaną umieszczeniem w polu cewki przedmiotu metalowego. Generatory, których częstotliwość pracy zależy od indukcyjności cewki pomiarowej są niestabilne, stąd problemy z tego typu wykrywaczami. Prezentowany wykrywacz pracuje w oparciu o zasadę impulsową.

Impulsowy wykrywacz metali posiada podobnie jak układ klasyczny cewkę pomiarową (detekcyjną). Do cewki wysyłany jest silny a jednocześnie krótki impuls prądowy. W chwili gdy prąd płynący przez cewkę jest przerywany, na jej zaciskach wytwarza się przepięcie, a dalej następuje szybki zanik napięcia. Jeżeli w polu działania cewki znajdzie się przedmiot metalowy zanik przepięcia jest szybszy. Spowodowane to jest stratami energii jakie powstają podczas przekazywania jej do wykrywanego przedmiotu metalowego w przypadku ferromagnetyków. W przypadku diamagnetyków także występuje strata energii wywołana wzbudzaniem prądów wirowych. Strata energii i związane z nią odkształcenie części opadającej przebiegu są niezmiernie małe, ale wykrywalne. Wystarczy tylko wzmocnienie sygnału o 80 dB czyli 10000 razy. Tego typu stosunkowo prosty wykrywacz jest w stanie wykryć przedmiot metalowy o masie 1 kg z odległości ok. 1÷1,5 m. Obrączkę ważącą 3 g wykrywa z 10 cm. Dane te dotyczą powietrza. Zasięg pod ziemią jest z reguły nieco mniejszy i zależy w dużym stopniu od składu gleby i jej wilgotności.

Opis układu

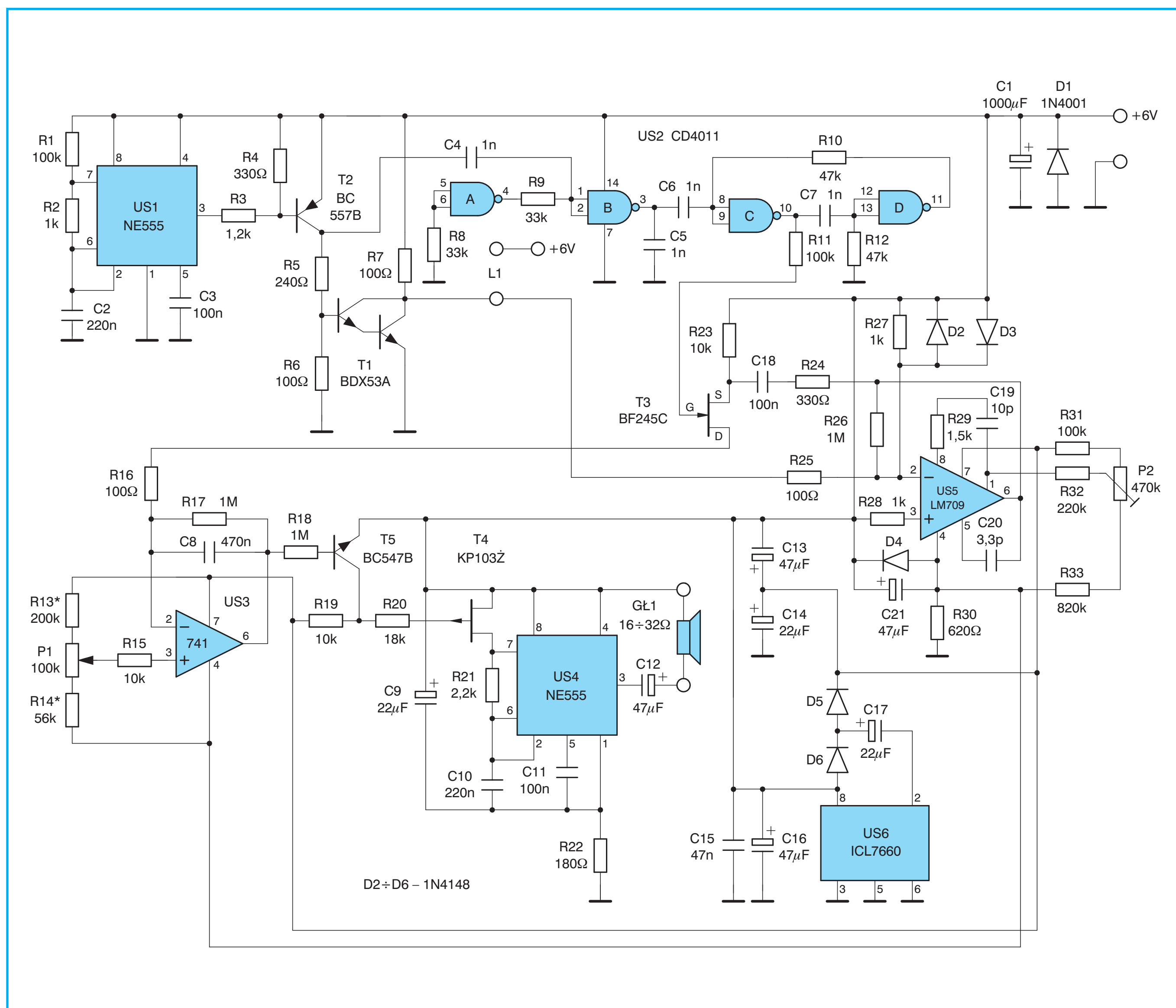
Układem wytwarzającym impulsy jerst generator US1 (rys. 1). Na jego wyjściu otrzymuje się ujemną szpilkę napięcia o czasie trwania 150 μs, powtarzającą się co 16 ms. Jak widać szerokość szpilki jest bardzo mała. Stopień wzmacniacza prądowego T2 steruje tranzystorem Darlingtona T1, do którego połączona jest cewka pomiarowa. Małe wartości rezystorów w obwodzie bazy T2 i T2 pozwalają uzyskać niezbędne krótkie czasy narostu sygnału, tak aby impuls prądowy bardzo szybko zanikał. Cewka pomiarowa włączona jest pomiędzy napięcie zasilania i kolektor tranzystora T1. Równolegle do cewki dołączony jest rezystor R7 o małej wartości, który silnie tłumi oscylacje poja-

wiające na cewce po wyłączeniu prądu. Wartość przepięcia na cewce dochodzi nawet do 60 V (rys. 2).

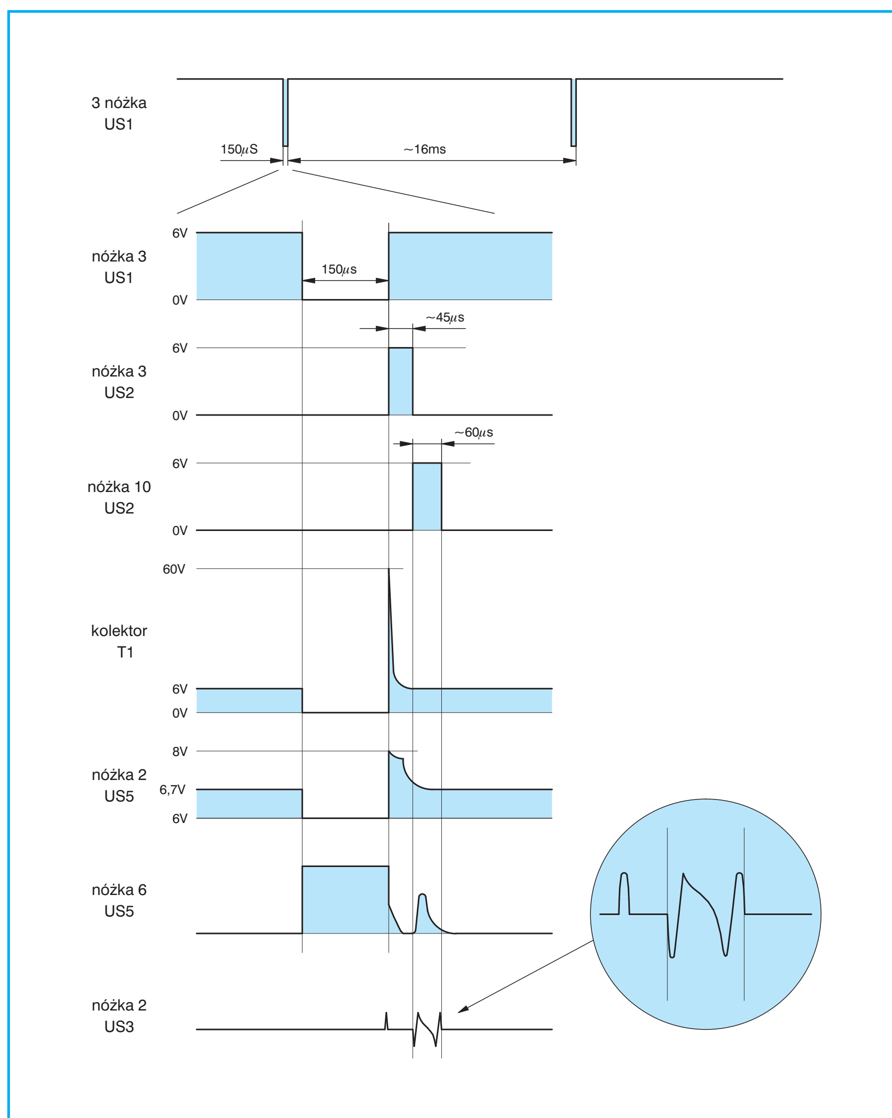
Sygnał z cewki pomiarowej podlega ograniczeniu amplitudy w układzie diodowym D2, D3, skąd doprowadzony jest do wzmacniacza operacyjnego US5. Wzmocnienie tego wzmacniacza określone jest stosunkiem rezystorów R26 do R25 i wynosi blisko 80 dB. W układzie zastosowano stary wzmacniacz LM 709 z zewnętrzną kompensacją charakterystyki częstotliwościowej. W układzie kompensacji pracują elementy R29, C19, C20. Układ ten posiada szerokie bardzo szerokie pasmo częstotliwości. Można go zastąpić nowszą konstrukcją odpowiedniego wzmacniacza, ale takie typy są dość trudno dostępne.

Przy tak dużym wzmocnieniu wzmacniacz musi być wyposażony w zerowanie, które można przeprowadzić przy pomocy potencjometru P2. Ponadto wzmacniacz zasilany jest wyższym napięciem +12 V pochodzącym z lokalnej przetwornicy +6 V na +12 V. Obydwa wejścia wzmacniacza polaryzowane są napięciem +6 V doprowadzanym przez rezystory R27 i R28. Kształty przebiegów występujących na nóżkach wzmacniacza pokazano na rysunku 2. Sygnał występujący na wyjściu wzmacniacza jest w specyficzny sposób zniekształcony. W czasie trwania impulsu prądowego płynącego przez cewkę wzmacniacz jest nasycony, a właściwy sygnał użyteczny pojawia się kawałek dalej w postaci charakterystycznej „górki”. Wysokość „górki” można regulować przy pomocy potencjometru zerowania. „Górkę” tworzy wzmocniony o 80 dB sygnał fragmentu opadającego zbocza impulsu przepięciowego, którego nie można zaobserwować na wyjściu cewki ze względu na bardzo małą amplitudę.

Ponieważ interesujący nas obszar opadania przepięcia znajduje się w obszarze czasu od 45 μs do 105 μs po zakończeniu przepływu prądu przez cewkę konieczny jest układ generowania sterującego impulsu „selekcyjnego” położonego w tym czasie. Zadanie to spełnia układ monowibratorów zbudowanych z bramek NAND. Bramka A jest niewykorzystywana. Układ różniczkujący C4, R9 i bramka B wytwarzają dodatni impuls o czasie trwania ok. 45 μs (rys. 2). Opadające zbocze tego impulsu wyzwala monowibrator pracujący z bramkami C i D, wytwarzający interesujący nas impuls „selekcyjny”, pojawiający się na wyjściu bramki C. Zostaje on doprowadzony do klucza analogowego zbudowanego na



Rys. 1 Schemat ideowy impulsowego wykrywacza metali



Rys. 2 przebiegi w punktach układu

tranzystorze polowym z kanałem n T3. W czasie trwania impulsu, gdy do bramki jest doprowadzony poziom wysoki napięcia tranzystor jest włączony, przepuszczając tym samym sygnał do dalszej części układu.

Detekcja sygnału przeprowadzana jest w układzie komparatora będącego równocześnie układem całkującym US3. Poziom detekcji ustawia się wyprowadzonym na zewnątrz potencjometrem P1. Sygnał wyjściowy układu całkującego steruje pracą tranzystora T5. Tranzystor ten z kolei połączony jest z tranzystorem polowym T4 posiadającym kanał typu P. T4 spełnia funkcję regulowanego rezystora w stałej czasowej generatora akustycznego US4, do którego wyjścia dołączony jest miniaturowy głośniczek lub słuchawki. W stanie spoczynku generator jest zablokowany. Po pojawieniu się sygnału na wyjściu układu całkującego tranzystor T4 powoli otwiera się i w głośniczku słychać stuki, które w miarę zbliżania do cewki przedmiotu metalowego przechodzą w coraz szybszy stukot, a później w ton ciągły.

Do zasilania układów US5 i US3 niezbędne jest napięcie wyższe niż napięcie zasilania wynoszące +6 V. Do podwyższania napięcia wykorzystano scaloną przetwornicę podwajającą napięcie US6. Układ pobiera z baterii prąd rzędu 20 mA.

Montaż i uruchomienie

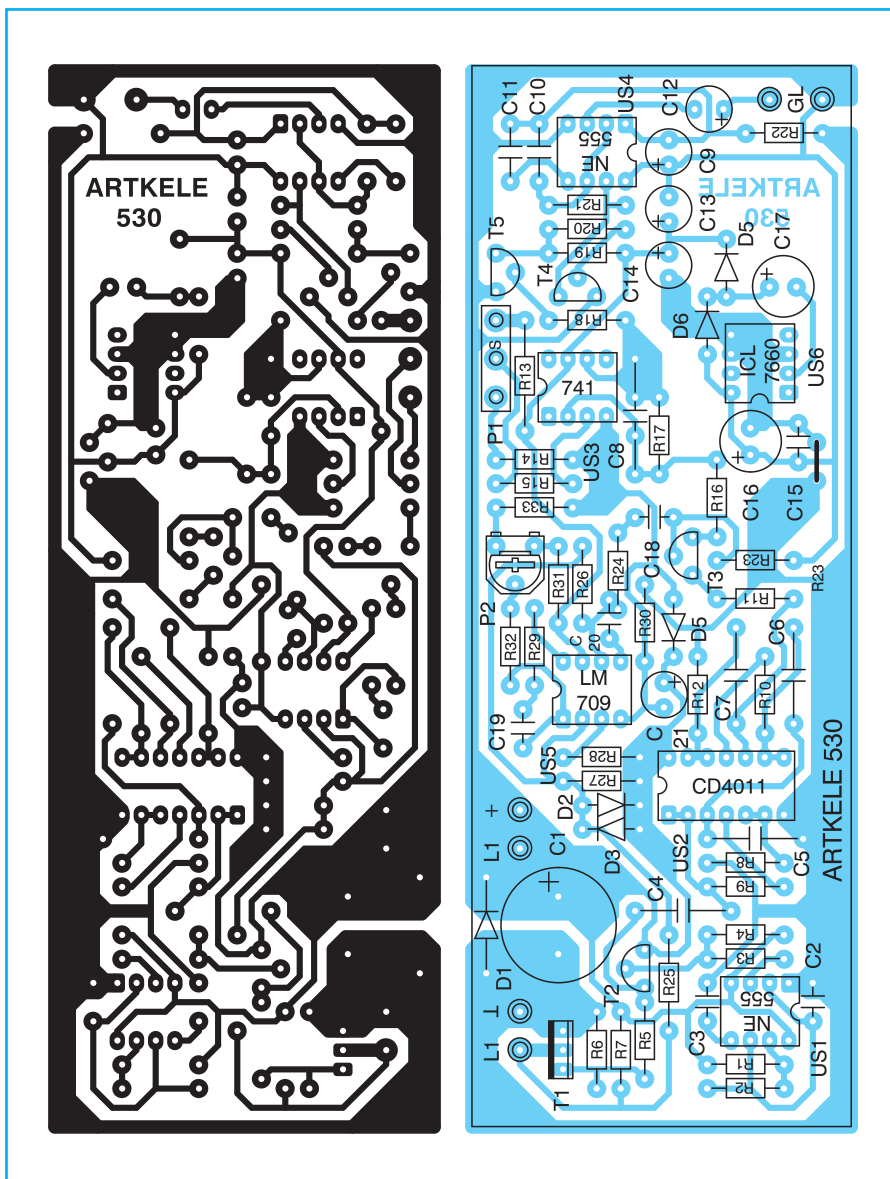
Przy zakupie elementów jedyny problem może sprawić tranzystor polowy z kanałem typu p. Na schemacie podano tranzystor produkcji dawnego ZSRR w zapisie łacińskim. Na oryginalnym tranzystorze litery zapisane są cyrylicą. Tranzystory te były kiedyś u nas popularne jako jedyne JFET-y z kanałem. W miejsce tego tranzystora można zastosować prawie każdy tranzystor polowy małej mocy z kanałem p np.: 2N5460, 2N5161, 2N5462.

Cewkę nawija się po okręgu o średnicy 19 cm, nawijając 21 zwojów. Do nawinięcia zastosować można drut nawojowy DNE 0,3÷0,4 mm. Po nawinięciu cewkę należy zalać żywicą, tak aby uzyskała sztywność, a druty nie mogły się przemieszczać. Niestety czynność ta wymaga trochę pracy i dokładności. Połączenie cewki z wykrywaczem należy poprowadzić przewodem ekranowanym o długości nie przekraczającej 1 m. Ekran przewodu łączy się z napięciem +6 V, a żyłę z kolektorem T1. Odpowiednie punkty na płytce oznaczone są literą L1. Drugie końce przewodu łączy się z cewką, przy czym kolejność połączenia wyprowadzeń cewki nie ma znaczenia.

Do uruchamiania wykrywacza wskazane jest posiadanie oscyloskopu. Należy wtedy sprawdzić wszystkie przebiegi podane na rysunku 2. Potencjometrem P2 należy uzyskać „górkę" jak najbardziej zbliżoną do tej narysowanej na rysunku drugim (przedostatni przebieg). Jej amplituda powinna być równa ok. 1/3 amplitudy, znajdującego się na lewo od górki, przebiegu prostokątnego. Zbliżając do cewki niewielki przedmiot metalowy można zaobserwować zmniejszanie się amplitudy „górki", co wykrywa komparator. Sygnał na wejściu komparatora (nóżka 2) powinien być zbliżony do tego z rys. 2 (przebieg na samym dole).

Kręcąc potencjometrem P1 należy ustawić go w takim położeniu aby z głośniczka dobiegały pojedyncze „stuknięcia". Zbliżenie metalowego przedmiotu do cewki powinno spowodować wzrost częstotliwości stuków, aż do tonu ciągłego. Jeżeli na wyjściu US6 „górka" jest prawidłowa, a głośnik nie „stuka" należy dobrać zakres regulacji P1 zmieniając wartości R13* i R14*. Wskazane jest aby zakres regulacji P1 nie był zbyt duży, gdyż wtedy ciężko jest ustawić pojedyncze stuki generatora akustycznego. W trakcie pracy regulowanie potencjometrem P1 jest niezbędne. W ten sposób uzyskuje się maksymalną czułość.

Podczas obserwacji oscyloskop dobrze jest synchronizować sygnałem opadającego zbocza przebiegu na wyjściu US1 (nóżka 3), otrzyma się wtedy stabilny obraz.



Rys. 3 Płytka drukowana i rozmieszczenie elementów

Jeżeli nie posiadamy oscyloskopu pozostaje eksperymentalne kręcenie potencjometrami P1 i P2, tak aby w głośniczku dało się słyszeć pojedyncze „stuki”. Teraz należy zbliżyć do cewki niewielki przedmiot metalowy i zaobserwować w jakiej odległości od cewki częstotliwość stuków zacznie wzrastać. Po tym należy nieco zmienić ustawienie P2, a przy pomocy P1 ponownie doprowadzić do pojedynczych „stuków”. Ponownie zbliżając ten sam co poprzednio przedmiot metalowy sprawdzić czy jest ona wykrywany z większej czy z mniejszej odległości. Powtarzając te czynności kilka razy można ustawić największą czułość, czyli maksymalną odległość wykrywania przedmiotu. Należy pamiętać, że każdorazowe ruszenie potencjometru P2 wymaga ponownego skorygowania P1 aby otrzymać pojedyncze „stuki”.

W trakcie regulacji cewka wykrywacza powinna znajdować się z dala od przedmiotów metalowych. Uruchamianie należy prowadzić z dala od włączonych urządzeń sieciowych posiadających przetwornicę (telewizor, komputer, monitor, żarówki energooszczędne). Niewielkie pole magnetyczne emitowane przez te urządzenia wychwytywane jest przez cewkę pomiarową i zakłóca pracę bardzo czułego wykrywacza.

Teraz pozostaje już tylko wyprawa po skarby. Życzę przyjemnych poszukiwań.

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.

Cena: płytka numer 530 – 9,80 zł
+ koszty wysyłki.

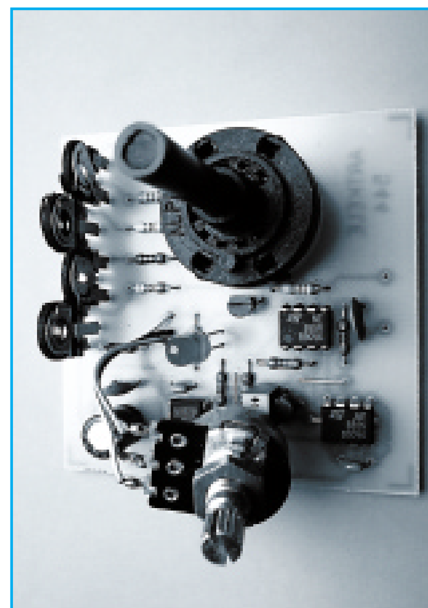
Wykaz elementów

Półprzewodniki	
US1, US4	– NE 555
US2	– CD 4011
US3	– μA 741
US5	– LM 709
US6	– ICL 7660
T1B	– DX 53A
T2	– BC 557B
T3	– BF 245C
T4	– KP 103Ż, 2N5460, 2N5461, 2N5462
T5	– BC 547B
D1	– 1N4001
D2÷D6	– 1N4148
Rezystory	
R6, R7, R16, R25	– 100 Ω/0,125 W
R22	– 180 Ω/0,125 W
R5	– 240 Ω/0,125 W
R4, R24	– 330 Ω/0,125 W
R30	– 620 Ω/0,125 W
R2, R27, R28	– 1 kΩ/0,125 W
R3	– 1,2 kΩ/0,125 W
R29	– 1,5 kΩ/0,125 W
R21	– 2,2 kΩ/0,125 W
R15, R19, R23	– 10 kΩ/0,125 W
R20	– 18 kΩ/0,125 W
R8, R9	– 33 kΩ/0,125 W
R10, R12	– 47 kΩ/0,125 W
R14*	– 56 kΩ/0,125 W patrz opis w tekście
R1, R11, R31	– 100 kΩ/0,125 W
R13*	– 200 kΩ/0,125 W patrz opis w tekście
R32	– 220 kΩ/0,125 W
R33	– 820 kΩ/0,125 W
R17, R18, R26	– 1 MΩ/0,125 W
P1	– 100 kΩ-A PR 185
P2	– 470 kΩ miniaturowy
Kondensatory	
C20	– 3,3 pF/50 V ceramiczny
C19	– 10 pF/50 V ceramiczny
C4÷C7	– 1 nF/25 V KSF-ZM-020
C15	– 47 nF/50 V ceramiczny
C3, C11, C18	– 100 nF/50 V MKSE-20
C2, C10	– 220 nF/50 V MKSE-20
C8	– 470 nF/50 V MKSE-20
C9, C14, C17	– 22 μF/25 V
C12, C13, C16, C21	– 47 μF/25 V
C1	– 1000 μF/16 V
Inne	
L1	– patrz opis w tekście
płytka drukowana numer 530	

◊ *Jan Domagalik*

Pomiar pojemności kondensatorów elektrolitycznych

Duża część uniwersalnych mierników cyfrowych posiada możliwość pomiaru pojemności kondensatorów. Jednakże zakres pomiarowy obejmuje małe wartości pojemności nie przekraczające 200 nF. Jest to dosyć oczywiste, gdyż duże wartości pojemności wymagają trochę innej metody pomiarowej. Prosty miernik opublikowany w tym artykule umożliwia pomiar nawet kondensatorów o dużej pojemności 2000 μF. Do odczytu wykorzystano zwykły woltomierz cyfrowy. Urządzenie przydatne jest w wielu przypadkach, zwłaszcza podczas napraw, kiedy trudno jest wykryć uszkodzenie kondensatora, który po latach eksploatacji po prostu wysechł.

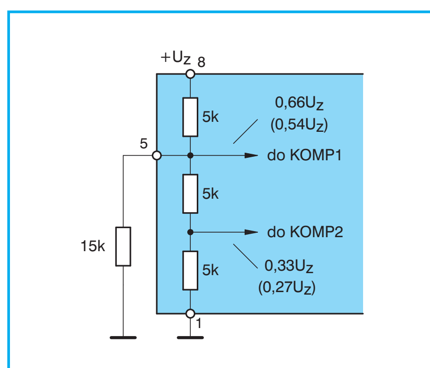


W zeszłym roku natknąłem się w Praktycznym Elektroniku na opis miernika pojemności kondensatorów. Idea jego pracy okazała się bardzo prosta, a samo urządzenie niewiele kosztowało. Jednak dość szybko okazało się, że zakres pomiaru pojemności jest zbyt mały. Przydałby się jeszcze zakres do pomiaru kondensatorów elektrolitycznych. Zastosowana tam metoda pomiaru niestety nie nadaje się do mierzenia pojemności kondensatorów elektrolitycznych, a właściwie kondensatorów o większych pojemnościach. Przy okazji warto wspomnieć, że rozpiętość stosowanych w elektronice wartości pojemności wynosi od 1 pF do 100.000 μF, czyli obejmuje aż 11 rzędów wielkości. Pozostałe elementy bierne nie mogą się z tym zakresem równać. Dla rezystorów rozpiętość wynosi 9 rzędów, a dla cewek indukcyjnych 8 rzędów wielkości.

Dla przypomnienia podam, że istota pomiaru mniejszych wartości pojemności polegała na dołączaniu mierzonego kondensatora do układu monowibratora. Monowibrator był wyzwalany przebiegiem z generatora wzorcowego. W zależności od pojemności kondensatora czas impulsu był dłuższy lub krótszy. Przekładało to się na wypełnienie przebiegu wyjściowego. Przebieg o zmiennym wypełnieniu podlegał filtracji przez filtr dolnoprzepustowy, a otrzymane w ten sposób napięcie stałe, proporcjonalne do mierzonej pojemności było mierzone przez woltomierz cyfrowy.

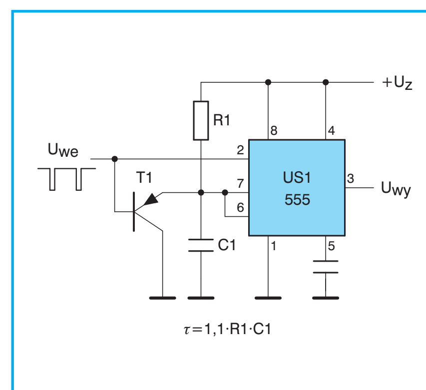
Ograniczenie tej metody dla pomiaru większych pojemności wynika z faktu, że przy dużych pojemnościach częstotliwość pracy generatora wyzwalającego monowibrator powinna być bardzo mała ze względu na długi czas trwania generowanych impulsów. Pociąga to za sobą konieczność stosowania filtrów o niskiej częstotliwości granicznej, a co z tym związane o długim czasie odpowiedzi. W efekcie końcowym na wynik pomiaru trzeba by czekać bardzo długo, aż do czasu kiedy mierzone napięcie wyjściowe ustali się. Dlatego też w moim układzie skorzystałem z nieco innego sposobu pomiaru.

Zanim przystąpię do opisu urządzenia przedstawię dwie odrębne informacje na temat tajmerów 555 które zastosowałem w swoim projekcie. Na rysunku 1 przedstawiono fragment wewnętrznego schematu układu 555. Jest nim wewnętrzny dzielnik napięcia odniesienia. Składa się on z trzech szeregowo połączonych rezystorów o jednakowej wartości 5 kΩ. Dzielnik ten dostarcza napięć odniesienia do dwóch komparatorów napięcia znajdujących się w układzie.



Rys. 1 Wewnętrzny układ dzielników napięcia w tajmerze 555

I tak górne wyprowadzenie dzielnika połączone jest z komparatorem KOMP1, który wykrywa naładowanie się zewnętrznego kondensatora do górnej wartości napięcia. Natomiast dolne wyprowadzenie połączone jest z wejściem komparatora KOMP2 odpowiedzialnego za wykrycie końca rozładowania zewnętrznego kondensatora. Czyli napięcie trójkątne lub piłokształtne jakie otrzymuje się na kondensatorze podłączonym do układu zmienia się w przedziale od 1/3 do 2/3 napięcia zasilającego układ. Górne połączenie rezystorów dzielnika wyprowadzone jest na zewnątrz (nóżka 5). Klasycznie podłącza się do tej nóżki kondensator przeciwzakłóceniowy. Można też podłączyć zewnętrzny rezystor, który spowoduje przesunięcie poziomów komparacji. Projektując układ miałem w założeniu zastosowanie baterii 9 V do zasilania. Wymagało to przesunięcia zakresów ładowania i rozładowywania mierzonego kondensatora. Po dodaniu rezystora 15 kΩ progi komparacji zmieniły się na 0,54 i 0,27 U_z. Na



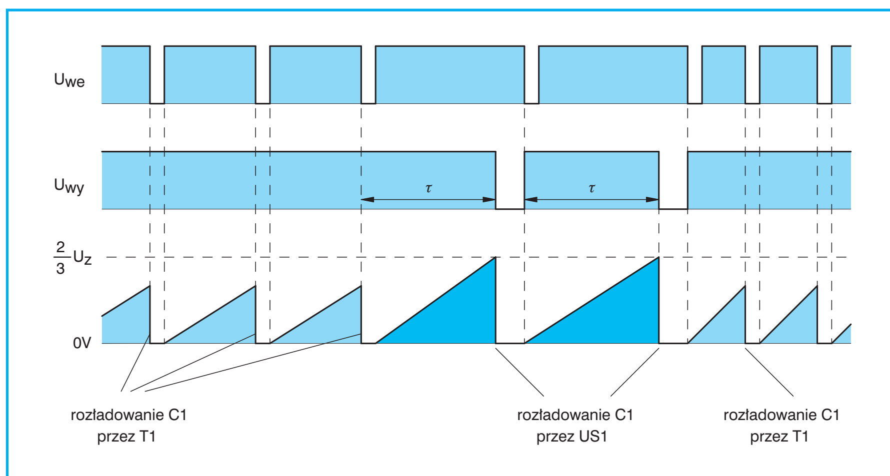
Rys. 2 Schemat selektora impulsów

schemacie z rys. 1 wartości te podano w nawiasach.

Drugą informacją jest opis działania selektora impulsów. Schemat podstawowy takiego układu przedstawiono na rysunku 2, zaś na rysunku 3 można znaleźć przebiegi podczas pracy tego układu. Generalnie układ jest typowym monowibratorem wyzwalanym opadającym zboczem sygnału wyzwalającego, który jest doprowadzony do nóżki 2. W klasycznym monowibratorze kondensator po naładowaniu się do górnego napięcia progowego komparatora KOMP1 zostaje rozładowany przez wewnętrzny tranzystor połączony z nóżką 2 układu. Jeżeli monowibrator zostanie uzupełniony o dodatkowy tranzystor tak jak pokazano to na rysunku otrzymamy selektor impulsów. Gdy czas trwania dodatniej części impulsu doprowadzonego do nóżki 2 układu jest krótszy od czasu generowania impulsu kondensator C1 (rys. 2) nie zdąży się naładować do pełna. Opadające zbocze impulsu wejściowego włączy tranzystor T1 i spowoduje rozładowanie się kondensatora C1. Zatem na nóżce 3 – wyjściu tajmera przez cały czas będzie się utrzymywał stan wysoki.

Jeżeli natomiast czas trwania impulsu wejściowego będzie dłuższy niż czas impulsu generowanego to kondensator C1 zdąży się naładować do pełnej wartości napięcia i tajmer zakończy generację impulsu. Zatem na wyjściu pojawi się ujemny impuls trwający aż do czasu ponownego opadającego zbocza w sygnale wyzwalającym. Tym prostym sposobem można zbudować układ komparatora porównującego czasy trwania impulsów.

Po tym wstępie można przystąpić do opisu samego miernika pojemności. Mierzony kondensator podłącza się do układu generatora US1 zbudowanego w oparciu o tajmer 555. W odróżnieniu od klasycznego generatora zamiast górnego rezystora włączanego pomiędzy napięcie zasilania a nóżkę 7 tu zastosowano źródło prądowe. Źródło to składa się z tranzystora T1 nastawnego dzielnika R1, P1, R2 i rezystorów odniesienia R3÷R6 wraz z dostrojczymi potencjometrami montażowymi P2÷P5. Potencjometr P1 służy do ustalenia napięcia bazy tranzystora T1. Pośrednio wpływa on na napięcie emitera T1, które będzie wyższe o ok. 0,7 V od napięcia bazy. Pozostała część napięcia odłoży się na potencjometrze P2 i rezystorze R3, co wymusi przepływ ściśle określonego prądu. Zmieniając zatem napięcie na bazie T1 można zmieniać prąd płynący przez P2 i R3. Prąd ten z uwagi na duże wzmocnienie prądowe T1 prawie w całości wypływa przez kolektor i dalej przez rezystor R7 ładując mierzony kondensator Cx. Wartości prądu wytwarzanego przez źródło można zmieniać skokowo w czterech podzakresach.

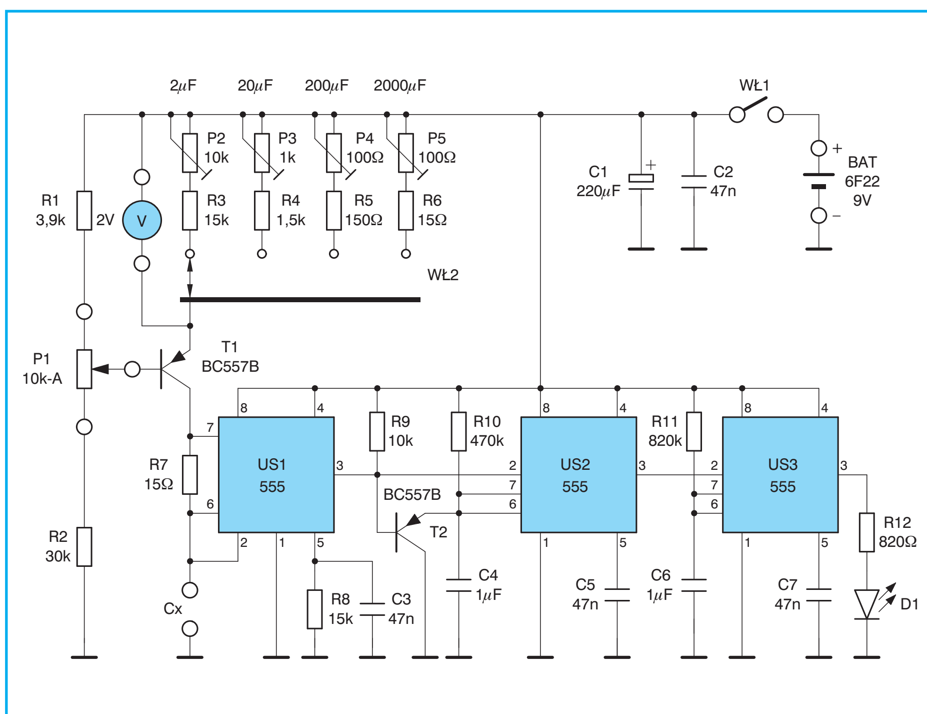


Rys. 3 Przebiegi czasowe w układzie selektora impulsów

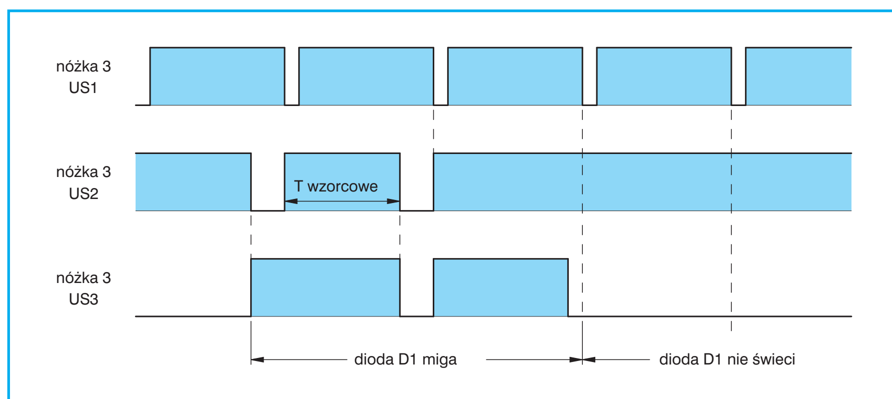
Gdy kondensator zostanie naładowany do wartości ok. 0,56 wartości napięcia rozpoczyna się proces jego rozładowywania przez rezystor R7. W tym czasie prąd źródła pozostaje taki sam jak w trakcie ładowania kondensatora.

Ponieważ źródło prądowe do swojego poprawnego działania potrzebuje napięcia ok. 3÷3,5 V w generatorze przesunięto progi komparacji przez dołączenie rezystora R8, o czym pisałem wcześniej.

Woltomierz włączony pomiędzy napięcie zasilania, a emiter tranzystora T1 umożliwia pomiar napięcia, a właściwie prądu płynącego przez potencjometr P2 i rezystor R3. Zakres regulacji potencjometru P1 dobrałem w taki sposób, aby napięcie mierzone przez woltomierz zmieniało się od 200 mV do 2,0 V,. oczywiście z pewnym zapasem. Zmiana prądu powoduje liniową zmianę częstotliwości generowanej przez generator US1. Zostawmy teraz generator w spokoju i przejdźmy do dalszej części układu.



Rys. 4 Schemat ideowy miernika pojemności kondensatorów elektrolitycznych



Rys. 5 Przebiegi czasowe w układzie.

Drugim elementem jest także opisany wcześniej selektor impulsów US2 i T2. Porównuje on czas ładowania mierzonego kondensatora Cx ze swoim czasem generacji. Jeżeli kondensator Cx ładuje się w czasie krótszym niż stała czasowa selektora napięcie na jego wyjściu przez cały czas ma wartość wysoką. Natomiast gdy kondensator Cx ładuje się dłużej, to na wyjściu US2 pojawią się ujemne impulsy. Mogą one być bardzo krótkie i trudne do uchwycenia gołym okiem. Dlatego do wyjścia selektora dołączono trzeci tajmer US3, wyzwalany impulsami pochodzącymi z selektora. Do wyjścia tajmera dołączono diodę świecącą LED D1.

Zatem jeżeli kondensator Cx ładuje się krócej niż wzorzec czasu (selektor), to dioda D1 nie świeci się. Natomiast gdy Cx ładuje się dłużej to dioda D1 zacznie migać. Odpowiednie przebiegi czasowe przedstawiłem na rysunku 5.

Wcześniej cały czas pisałem o ładowaniu kondensatora Cx. Tak naprawdę choć jest on podłączony do generatora istotny jest tylko czas jego ładowania, który zależy od wartości prądu źródła. Regulując potencjometrem P1 można na każdym z zakresów dobrać taką wartość prądu aby czas ładowania był dokładnie taki sam jak czas wzorcowego impulsu wytwarzanego przez monowibrator US2. Stanowi temu odpowiada ustawienie potencjometru P1 w takiej pozycji aby dioda D1 była na granicy migania. Czyli niewielki ruch potencjometrem powinien powodować rozpoczęcie migania lub jego zakończenie.

Ponieważ czas ładowania kondensatora Cx jest odwrotnie proporcjonalny do prądu ładowania (zależność ta jest liniowa) można wyskalować układ w taki sposób, aby wartość napięcia na P2 i R3 odpowiadała mierzonej pojemności Cx.

Woltomierz podłączony do układu powinien być ustawiony na zakres pomiarowy 2,0 V. Odczytu dokonuje się pomijając wyświetlany przecinek. Jeżeli na zakresie 2 μF na woltomierzu pojawi się wynik .267 to oznacza on pojemność 0,267 μF. Ten sam wynik na zakresie 2000 μF będzie oznaczał 267,0 μF. Lub tłumacząc inaczej napięciu 2,000 V odpowiada pojemność taka jak włączony aktualnie zakres. Natomiast napięciu 0,200 V odpowiada wartość dziesięć razy mniejsza niż włączony zakres. Dokładność pomiaru nie jest najgorsza. Błąd nie przekracza 5%, co przy pomiarach dużych pojemności jest w zupełności satysfakcjonujące.

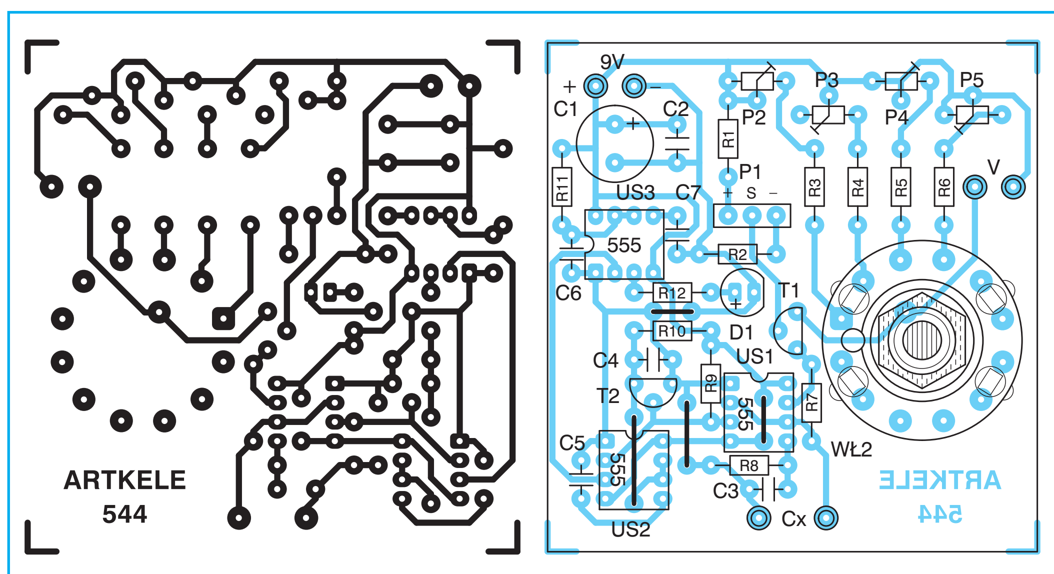
Jak postępować gdy nie znamy pojemności mierzonego kondensator? Jest to bardzo proste. Gdy w pełnym zakresie regulacji potencjometru P1 dioda D1 będzie migała przez cały czas należy przejść na wyższy zakres (większych pojemności). Natomiast gdy nie uda się doprowadzić do mignięcia diody D1 konieczne jest przejście na niższy zakres.

Układ pobiera zmienny prąd w zależności od włączonego zakresu i ustawienia potencjometru P1, największy na zakresie 2000 μF, gdy suwak potencjometru jest na dole (zgodnie ze schematem ideowym). W tym przypadku nie przekracza on 120÷140 mA.

Montaż i uruchomienie

Układ miernika zmontowano na płytce drukowanej pasującej do obudowy identycznej z obudowami stosowanymi do serii mierników analogowo-cyfrowych opublikowanych w numerach 9÷12/1999 Praktycznego Elektronika. Nie chcąc się powtarzać nie będę szczegółowo opisywał sposobu montażu urządzenia w obudowie. Wszystkich zainteresowanych odsyłam do lektury tych numerów. Pozostałe elementy należy zamontować zgodnie z regułami sztuki i sprawdzić czy nie ma błędów.

Do uruchomienia miernika niezbędny jest kondensator wzorcowy o znanej pojemności. Najlepszym jest kondensator poliestrowy typu MKSE lub podobny o pojemności 2 μF lub większej. Miernik włącza się na zakres pomiarowy 2 μF, a wzorcowy kondensator podłącza do zacisków Cx. Potencjometrem P1 ustawia się wskazania dołączonego do zaci-



Rys. 6 Płytka drukowana i rozmieszczenie elementów

sków pomiarowych, oznaczonych na płytce drukowanej literą „V”, woltomierza na 2,00 V. Jeżeli kondensator wzorcowy ma inną pojemność należy ustawić odpowiednio do tego wskazania woltomierza. Następnie potencjometrem P2 doprowadza się diodę D1 do granicy migania. Czynność tą powinno przeprowadzać się powoli, aby dokładnie uchwycić granicę przy której dioda zacznie migać.

Podobnie można postąpić dla pozostałych zakresów, co niestety może okazać się trudne, gdyż ciężko będzie zdobyć kondensatory wzorcowe. Można posłużyć się kondensatorami zmierzonymi przy pomocy innego miernika. Jeżeli nie mamy takiej możliwości konieczne jest zmierzenie wartości prądu płynącego przez źródło prądowe. W tym celu po skalibrowaniu miernika na zakresie 2 µF konieczne jest przerwanie ścieżki dochodzącej do emitera T1 (pomiędzy środkowym wyprowadzeniem przełącznika obrotowego a emiterem T1). Pomiędzy wyjście przełącznika obrotowego a masę podłącza się miliamperomierz i mierzy prąd płynący ze źródła (na zakresie 2 µF ok. 100 µA). W tym czasie woltomierz dołączony do zacisków V powinien pokazywać dokładnie 2,00 V. Po zmianie zakresu na 20 µF potencjometrem P3 ustawia się wartość płynącego prądu na 10 razy większą niż na zakresie 2 µF. Jeżeli napięcie wskazywane przez woltomierz dołączony do zacisków V uległo zmianie trzeba je skorygować przy pomocy P1 na 2,00 V i ponownie ustawić wartość prądu. Podobnie postępuje się na pozostałych zakresach.

Niestety taka sekwencyjna kalibracja powoduje zwiększanie się błędu na każdym kolejnym zakresie. Można spodziewać się że pomiar na zakresie 2000 µF będzie obarczony błędem ok.10%.

Jeżeli z jakichś względów zakres regulacji potencjometrów P2÷P5 okaże się niewystarczający trzeba zmienić wartość odpowiedniego rezystora R3÷R6.

Wykaz elementów

Półprzewodniki	
US1÷US3	– LM 555
T1, T2	– BC 547B
D1	– LED
Rezystory	
R6, R7	– 15 kΩ/0,125 W
R5	– 150 Ω/0,125 W
R12	– 820 Ω/0,125 W
R4	– 1,5 kΩ/0,125 W
Rezystory cd.	
R1	– 3,9 kΩ/0,125 W
R9	– 10 kΩ/0,125 W
R3, R8	– 15 kΩ/0,125 W
R2	– 30 kΩ/0,125 W
R10	– 470 kΩ/0,125 W
R11	– 820 kΩ/0,125 W
P4, P5	– 100 Ω TVP 1232
P3	– 1 kΩ TVP 1232
P2	– 10 kΩ TVP 1232
P1	– 10 kΩ-A PR185
Kondensatory	
C2, C3, C5, C7	– 47 nF/50 V ceramiczny
C4, C6	– 1 µF/50 V MKSE-20
C1	– 220 µF/16 V
Inne	
WŁ1	– przełącznik dźwigienkowy
WŁ2	– MPS 1112 przełącznik obrotowy 12-pozycyjn.
płytka drukowana numer 544	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.

Cena: płytka numer 544 – 4,50 zł
+ koszty wysyłki.

◊ *Józef Kusiak*

Wzmacniacz mocy do subwoofera

Opublikowany niedawno opis budowy subwoofera cieszy się dużym zainteresowaniem. Opisany w PE 5/2000 układ składa się z regulowanych filtrów dolnoprzepustowych. Do kompletu brakuje tylko wzmacniacza mocy. Niestety przez nieuwagę autor zaproponował układ wzmacniacza, którego płytka została jakiś czas temu wycofana ze sprzedaży wysyłkowej. Teraz nadrabiamy zaległości i przedstawiamy wzmacniacz, który można zastosować w aktywnym subwooferze.

Proponowany wzmacniacza mocy oparto na monolitycznym układzie scalonym LM 3876 produkcji Natoinal Semiconductor. Dziś praktycznie wszystkie wzmacniacze mocy konstruowane są w oparciu o układy scalone hybrydowe lub monolityczne. W tych pierwszych przoduje japońska firma Sanyo z bardzo dużą rodziną układów STK. Zaś w monolitycznych układach nie ma tak zdecydowanego lidera. Można wymienić tu firmy Philips, SGS Thomson i National Semiconductor. Ponieważ układy pierwszych dwóch firm już przedstawialiśmy na łamach pisma kolej przyszła na NS.

Wzmacniacz LM 3876 jest klasy Hi-Fi, a tym co go wyróżnia od innych wzmacniaczy monolitycznych to bardzo wysokie dopuszczalne napięcie zasilania ±42 V. Dzięki temu wzmacniacz bez najmniejszego problemu jest wstanie oddać na obciążenie 8 Ω moc 56 W. Jest to wynik naprawdę imponujący. Większość monolitycznych wzmacniaczy mocy naprawdę dużą moc jest w stanie oddać tylko przy impedancji obciążenia 4 Ω.

Układ jak na nowoczesne rozwiązanie przystało posiada wszelkie możliwe zabezpieczenia. Producent określa je jako SPiKe (*Self Peak Instantanous Temperature Protection Circuitry*). To kompleksowe zabezpieczenie chroni wzmacniacz przed przepięciami, przeciążeniami, zwarciami wyjścia do masy i do napięć zasilania, oraz przed przekroczeniem temperatury maksymalnej złącza. Dodatkowo kontrolowany jest obszar bezpiecznej pracy (SOAR) końcowych tranzystorów mocy.

Układ posiada funkcję wyciszania (MUTE). Zwarcie nóżki 8 układu przez rezystor do ujemnego napięcia zasilania wyłącza tą funkcję. W zależności od prądu wypływającego z nóżki 8 można ustalić różny poziom wyciszenia od 100 dB do 0 dB.

Inną zaletą LM 3876 jest układ płynnego włączania i wyłączania. Wewnętrzne układy ustalają napięcie wyjściowe na poziomie masy do czasu aż napięcie zasilające przekroczy odpowiedni próg. Podobnie dzieje się przy wyłączeniu zasi-

Tabela 1 – Parametry układu LM 3876

Symbol	Parametr	Warunki pomiaru	Typ	Limit	Jedn.
V+/V–	Napięcie zasilania		18	24 84	V (min) V (max)
A_M	Wyciszanie	Nóżka 8 otwarta	120	80	dB
P_o	Moc wyjściowa	THD+N=0,1%, f=1kHz, f=20kHz	56	40	W
PP_o	Moc szczytowa			100	W
THD+N	zniekształcenia + szumy	40W, 20Hz<20kHz, A_v=26dB	0,06		%
SR	Czas narostu	V_{IN}=1,2V, f=10kHz	11	5	V/μs
I+	Prąd spoczynkowy	V_o=0, I_o=0, I_8=0	30	70	mA
V_{OS}	Napięcie niezrównoważenia	V_{CM}=0, I_o=0	1	15	mV
I_{OS}	Prąd niezrównoważenia	V_{CM}=0, I_o=0	0,01	0,2	μA
I_B	Prąd polaryzacji wejścia	V_{CM}=0, I_o=0	0,2	1	μA
I_o	Ograniczenie prądowe	V=±12V t_{ON}=10ms, V_o=0V	6	4	A
PSRR	Tłumienie tętnień zasilania	V+=40÷20V, V–=–40V, I_o=0V	120	85	dB
A_{VOL}	Wzmocnienie napięciowe	V=±40V, R_L=2kΩ	120	90	dB
GBWP	Pasmo	V=±40V, f_o=100kHz	8	2	MHz
SNR	Stosunek sygnał szum	P_o=1W, P_o=40W, P_o=100W,	98 114 122		dB dB dB
IMD	Zniekształcenia intermodulacyjne	60Hz, 7kHz, 4:1 60Hz, 7kHz, 1:1	0,004 0,006		% %
Rth_{JC}	Rezystancja termiczna złącze obudowa		1		°C/W
Rth_{JA}	Rezystancja termiczna złącze otoczenie		43		°C/W
Tj	Maksymalna temperatura złącza		150		°C

lania. Dzięki temu wyeliminowano nieprzyjemne stuki w głośnikach towarzyszące stanom nieustalonym.

W Tabeli 1 zestawiono podstawowe parametry układu.

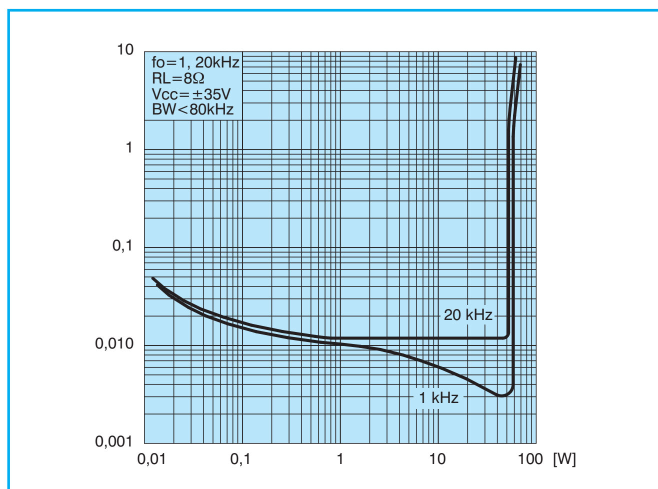
Na rysunku 1 zamieszczono wykres zniekształceń nieliniowych w funkcji mocy wyjściowej dla dwóch częstotliwości. Natomiast rysunek 2 przedstawia zniekształcenia nieliniowe w funkcji częstotliwości przy stałej mocy wyjściowej. Jak widać z obu rysunków zawartość zniekształceń jest naprawdę niewielka. Producent nie stosuje tu tricku reklamowego jakim jest podawanie maksymalnej mocy wyjściowej przy zniekształceniach 10%.

Schemat ideowy wzmacniacza zamieszczono na rysunku 3. Układ LM 3876 zasilany jest napięciem symetrycznym z prostownika z filtrem. W zasilaczu można zastosować zwykły transformator TS 90/10 lub transformator toroidalny TS100/014 oba dają w przybliżeniu napięcie zmienne 2×23 V, przy prądzie ok. 2 A. Zatem napięcie wyjściowe będzie wynosiło ok. ±35 V.

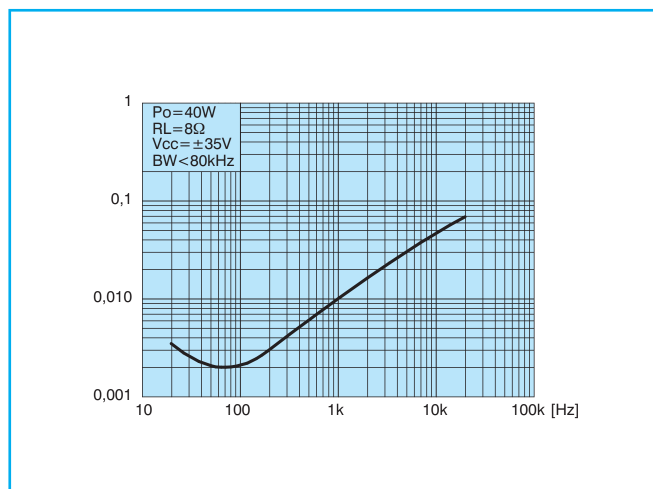
Sam wzmacniacz pracuje w typowym układzie aplikacyjnym. Wzmocnienie napięciowe ustalają rezystory R3 i R4 na poziomie 26 dB, co jest typową wartością dla wzmacniaczy mocy. Zatem nie powinno być problemów z wysterowaniem wzmacniacza. Włącznik WŁ1 służy do wyciszania. Przy rozwartym wyłączniku włączone jest wyciszanie. Jeżeli ta funkcja będzie zbędna można w miejsce wyłącznika wmontować zworkę.

Mimo wielu wewnętrznych zabezpieczeń układ „doposażono” w elementy ograniczające pasmo i eliminujące możliwość wzbudzeń. Kondensator C2 ogranicza pasmo i eliminuje równocześnie zakłócenia impulsowe jakie mogą dostać się na wejście wzmacniacza. Rezystor R3 wraz z kondensatorem C7 zmniejszają wzmocnienie wzmacniacza dla częstotliwości ponadakustycznych.

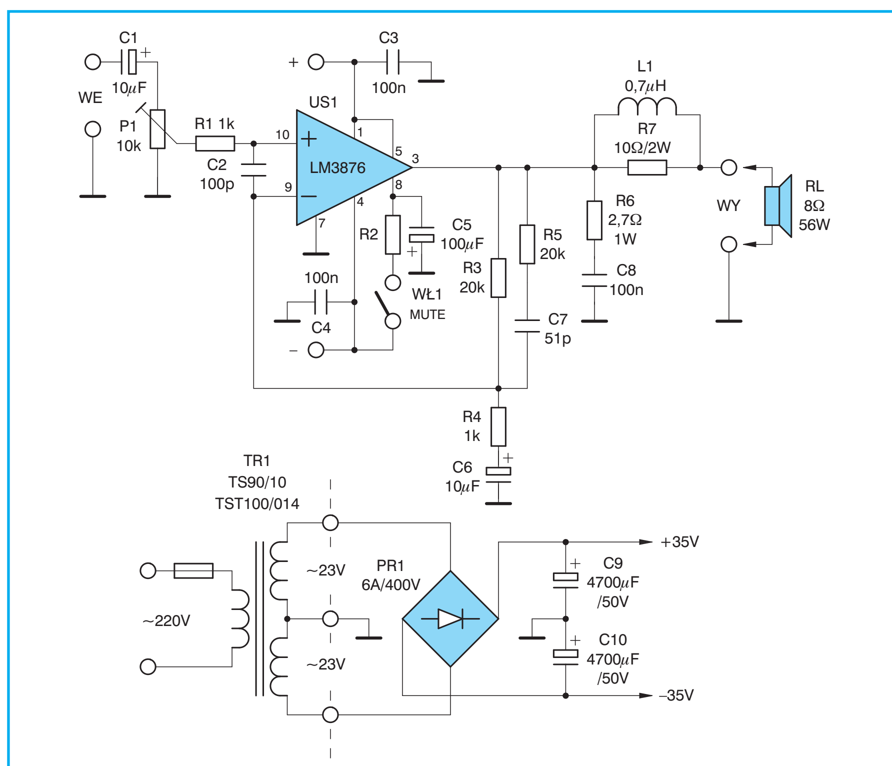
Elementy R6 i C8 spotykane w prawie wszystkich wzmacniaczach chronią stopień wyjściowy przed zmianą charakteru obciążenia z indukcyjnego na pojemnościowy, zapobiegają tym samym niestabilnościom. Zmiana charakteru obciążenia jest typowa dla kolumn głośnikowych z rozbudowanymi filtrami i zwrotnicami. Cewka L1 i rezystor R7 chronią wzmacniacz przed obciążeniem o charakterze pojemnościowym na wyższych częstotliwościach. Dla niskich



Rys. 1 Zniekształcenia nieliniowe w funkcji mocy wyjściowej



Rys. 2 Zniekształcenia nieliniowe w funkcji częstotliwości



Rys. 3 Schemat ideowy wzmacniacza mocy

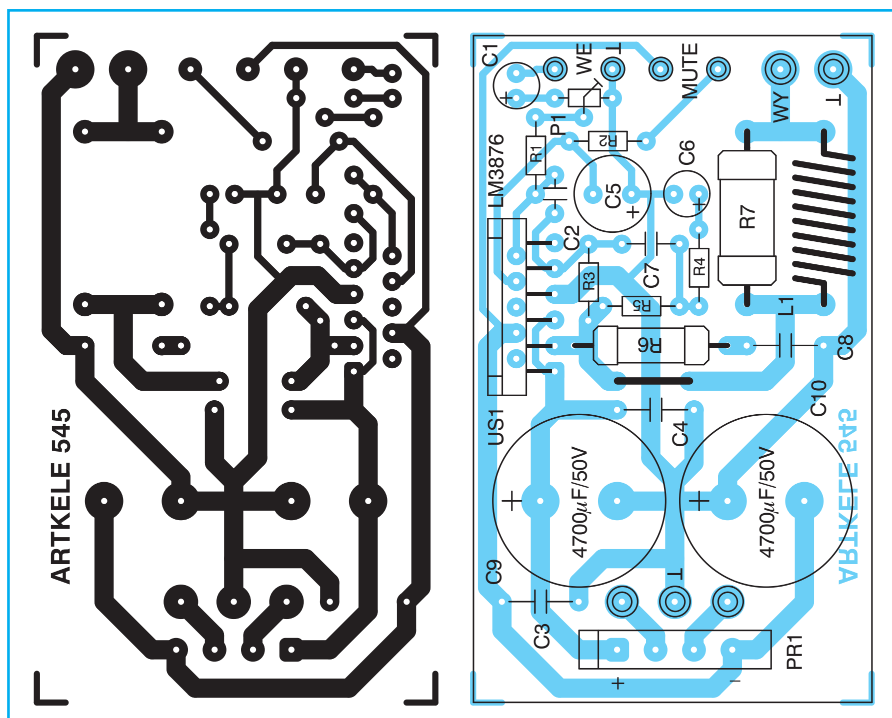
częstotliwości cewka bocznikuje rezystor R7, tak że nie ma on wpływu na ograniczenie mocy. Jeżeli wzmacniacz będzie wykorzystywany do subwoofera, gdzie nie występują żadne zwrotnice cewkę L1 i rezystor R7 można zastąpić zworą.

Układ zmontowano na płytce drukowanej (rys. 4), gdzie znajdują się także elementy prostownika. Cewkę L1 można wykonać z drutu nawojowego DNE 1 mm nawijając 14 zwojów na wiertle o średnicy 7 mm. Zwoje powinny być nawinięte obok siebie bez przerw.

Układ musi być wyposażony w radiator. Rezystancja termiczna złącze obudowa jest stosunkowo mała, zatem radiator nie musi być bardzo duży. W zupełności wystarczy profil jednostronnie żebrowany o wysokości 8 cm. Pomiędzy układ a radiator należy włożyć podkładkę izolacyjną, gdyż metalowa obudowa układu połączona jest elektrycznie z ujemnym napięciem zasilania. Miejsce połączenia obowiązkowo należy posmarować smarem silikonowym, który poprawia przewodność cieplną.

Układ LM 3876 można zastąpić podobnym do niego układem LM 3886, który posiada identyczny schemat i wyprowadzenia. Różnica polega na mocy wyjściowej. Według danych katalogowych układ jest wstanie dostarczyć moc 68 W na obciążeniu 4 Ω przy zasilaniu napięciem ±28 V i 50 W na obciążeniu 8 Ω przy zasilaniu napięciem ±35 V. Przy tych mocach zniekształcenia nie przekraczają 0,1% dla częstotliwości z przedziału 20 Hz do 20 kHz. Maksymalne napięcie zasilania nie może przekraczać ±42 V, a prąd wyjściowy ograniczony jest do 11,5 A (7 A). Moc oddawana w impulsie osiąga 135 W. Rezystancja termiczna złącze obudowa Rth_{ja} wynosi 1°C/W

Poprawnie zmontowany układ nie wymaga żadnego uruchamiania. Przed włączeniem zasilania należy bardzo dokładnie sprawdzić poprawność montażu. Drobne nawet zwarcie może być przyczyną nieodwracalnego uszkodzenia układu.



Rys. 4 Płytka drukowana i rozmieszczenie elementów

Wykaz elementów

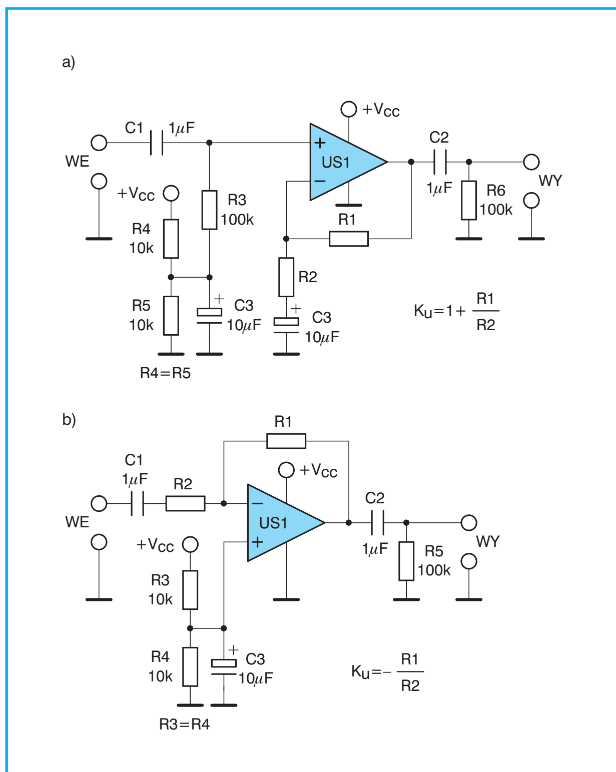
Półprzewodniki	
US1	– LM 3876
PR1	– 6 A/400 V
Rezystory	
R6	– 2,7 Ω/1 W
R7	– 10 Ω/2 W
R1, R4	– 1 kΩ/0,125 W
R3, R5	– 20 kΩ/0,125 W
R2	– 47 kΩ/0,125 W
Kondensatory	
C7	– 51 pF/50 V ceramiczny
C2	– 100 pF/50 V ceramiczny
C3, C4, C8	– 100 nF/50 V MKSE-20
C1, C6	– 10 μF/25 V
C5	– 100 μF/50 V
C9, C10	– 4700 μF/50 V
Inne	
L1	– patrz opis
TS1	– TS 90/10, TST 100/014
płytka drukowana numer 545	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.

Cena: płytka numer 545 – 4,80 zł + koszty wysyłki.

◊ *Tomasz Musielak*

Pomysły układowe polaryzacja wzmacniaczy operacyjnych przy pojedynczym napięciu zasilania



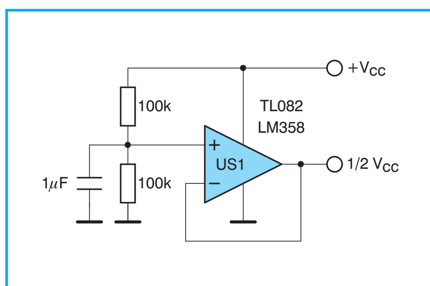
Rys. 1 Polaryzacja wejść wzmacniacza operacyjnego: a) w układzie nieodwracającym, b) w układzie odwracającym

Wzmacniacze operacyjne zostały pomyślane w taki sposób aby do zasilania stosowano napięcie symetryczne (bipolarne). Ma to wiele zalet, ale czasami sprawia sporo kłopotów. Zwłaszcza w urządzeniach bateryjnych kłopotliwe jest wytwarzanie napięcia bipolarnego. Jest na to stosunkowo prosta rada. Można zastosować zewnętrzne układy polaryzacji wejść wzmacniacza operacyjnego. Układy te wytwarzają stałe napięcie równe połowie napięcia zasilania, które czasami nazywane jest „masą pozorną”. Ponieważ wzmacniacz operacyjny może pracować w dwóch podstawowych układach wzmacniacza nieodwracającego i odwracającego. Stosuje się dwa podstawowe rozwiązania polaryzacji wejść. Oba przedstawiono na rysunku 1.

Napięcie polaryzujące wejście dostarcza dzielnik rezystancyjny R4, R5 (rys. 1a). Kondensator C3 zwiera składową zmienną do masy. Z jednej strony eliminuje on zakłócenia i tętnienia jaki mogą występować w napięciu zasilającym, z drugiej blokuje on składową zmienną sygnału wejściowego. Rezystor R3 doprowadza napięcie do wejścia nieodwracającego wzmacniacza. Wartość R3 w równoległym połączeniu z rezystancją wejściową wzmacniacza operacyjnego decyduje o całkowitej rezystancji wejściowej układu. Wzmocnienie układu zależy od stosunku rezystorów w pętli sprzężenia zwrotnego R1 i R2. Kondensator C3 wprowadza 100% sprzężenia zwrotnego dla składowej stałej stabilizując punkt pracy. Ogranicza on równocześnie dolną częstotliwość graniczną.

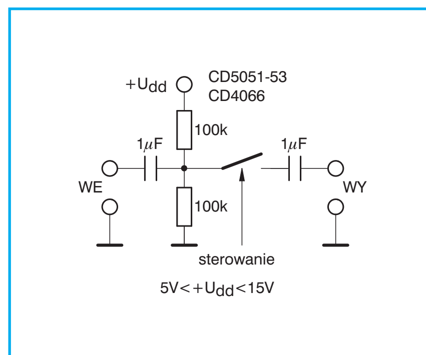
Drugi z układów jest podobny (rys. 1b). Rolę dzielnika napięcia pełnią tu rezystory R3 i R4. Tak samo jak poprzednio kondensator C3 blokuje składową zmienną. Wzmocnienie układu określają wartości rezystorów R1 i R2. Znak minus we wzorze informuje, że układ odwraca fazę sygnału o 180°.

Oba przedstawione wyżej rozwiązania można zastosować w przypadku kilku wzmacniaczy operacyjnych. Wejścia wszystkich mogą być polaryzowane z tego samego dzielnika napięciowego. W przypadku stosowania większej liczby wzmacniaczy operacyjnych wygodniej jest utworzyć „masę pozorną” w inny sposób. Można do tego celu przeznaczyć oddzielny wzmacniacz operacyjny pracujący w układzie wtórnika napięciowego, którego wejście zostaje spolaryzowane przy pomocy dzielnika (rys. 2). Zaletą tego układu jest bardzo mała impedancja wyjściowa, co przekłada się na wysoką stabilność napięcia polaryzującego. Ograniczeniem jest maksymalny prąd pobierany, lub doprowadzany do „masy pozornej”, który nie może przekroczyć wartości katalogowej prądu wyjściowego wzmacniacza operacyjnego. Z reguły jest to ok. ±20 mA.



Rys. 2 Aktywny dzielnik napięcia polaryzującego wejścia wzmacniaczy

Niejako przy okazji polaryzacji wejść wzmacniaczy operacyjnych warto też wspomnieć o konieczności wstępnej polaryzacji kluczy analogowych wykorzystywanych do przesyłania sygnałów analogowych. Jeżeli sygnał pozbawiony jest składowej stałej taka polaryzacja jest konieczna. Amplitudy obu połówek sygnału muszą się „zmieścić” pomiędzy napięciem zasilania, aby klucz pracował prawidłowo. Odpowiedni schemat przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3 Wstępna polaryzacja kluczy analogowych

◊ ***Redakcja***

Oscyloskop cyfrowy zmiany i uzupełnienia

Po roku od ukazania się opisu oscyloskopu publikujemy zmiany, które wprowadzono do konstrukcji urządzenia na podstawie informacji zebranych od naszych Czytelników. Tak długi czas był konieczny na zebranie dostatecznej ilości informacji, gdyż wiele z nich okazało się nieprawdziwych i wynikało z błędów popełnionych przez budujących to skomplikowane urządzenie. Mamy nadzieję, że zawarte w artykule wskazówki pomogą w modyfikacji i poprawie parametrów oscyloskopu cyfrowego.

Dzielnik wejściowy

Przy modyfikacji wzmacniacza oscyloskopu opublikowanej w PE 11/99 nie zostały podane poprawki wymagane w dzielniku wejściowym. Nadrabiamy teraz zaległości. Po przeróbce sposobu przełączania przekaźnika Pk1 niezbędne jest wyeliminowanie rezystora R6. Równoległe podłączanie tego rezystora do wejścia oscyloskopu zmniejsza rezystancję wejściową do 500 kΩ przy podziale 1:1.

Wcześniejszą wadą dzielnika był źle rozwiązany sposób przełączania i w konsekwencji nieprawidłowy podział 1:10 wynikający z jednoczesnego podłączania dzielnika (R3, R5) i rezystora R6 do dzielnika R2, R4. Wyeliminowanie R6 poprawia tą sytuację.

Dla uzyskania prawidłowego podziału dzielnika 1: 100 bez R6 należy skorygować wartość rezystora R5 na 100 kΩ.

Uruchamianie wzmacniacza

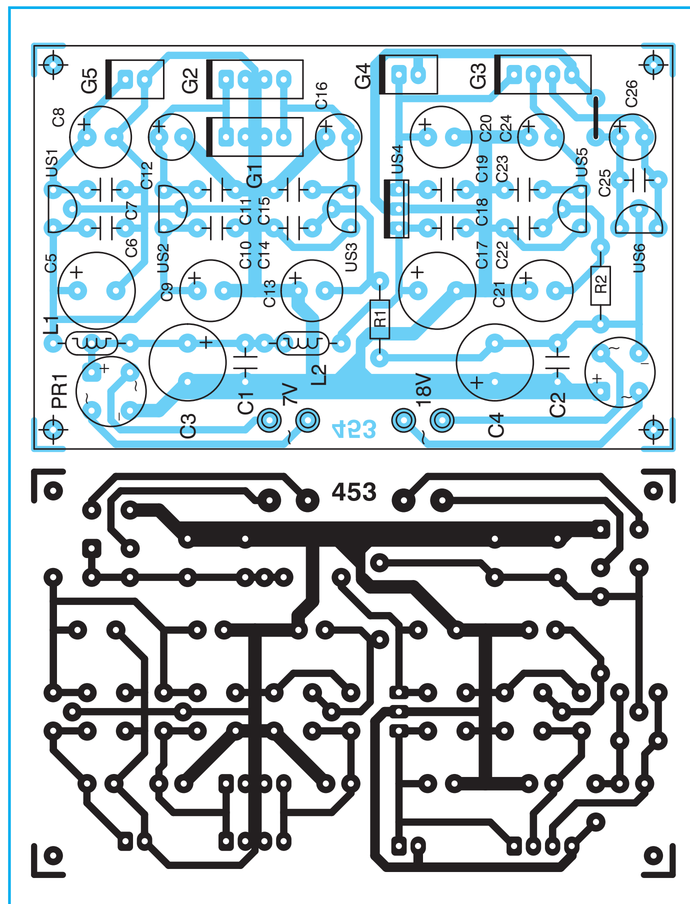
Podczas uruchamiania wzmacniacza do wyjścia oscyloskopu sondę podłączać za pośrednictwem przewodu ekranowanego o długości około 20 cm. Przewód powinien mieć wtyczkę umożliwiającą podłączenie do styków wyjściowych na płytce wzmacniacza. Może to być przewód przewidywany później do podłączenia wyjścia wzmacniacza do przetwornika AD.

Dla zapobieżenia ewentualnemu wzbudzaniu się wzmacniacza wskazane jest równolegle do wejścia dołączyć kondensator ceramiczny o pojemności około 10 pF. Jedno wyprowadzenie kondensatora podłączyć do otworu po końcówce R6 od strony R7. Drugie wyprowadzenie podłączyć do pola masy w pobliżu tranzystora T2 (wymagane wywiercenie otworu lub montaż od strony ścieżek).

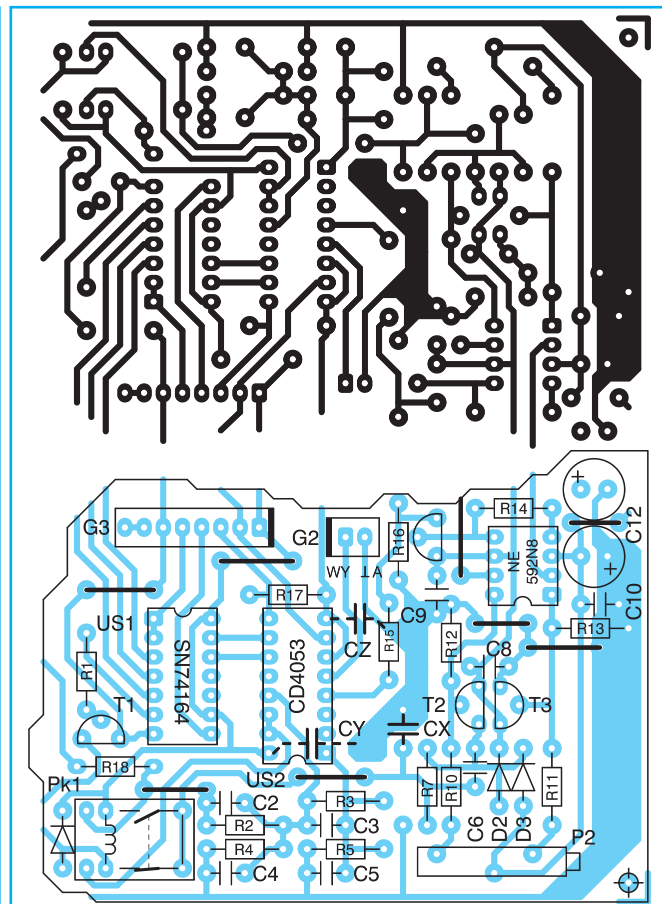
Spotkać się można z sytuacją nie załączania przekaźnika Pk1. Poza przypadkami uszkodzonego tranzystora T1 pomaga zmniejszenie wartości rezystora R1 do 4,7 a nawet 3,3 kΩ.

Odkłócanie toru sygnałowego oscyloskopu

Po uruchomieniu części cyfrowej okazuje się, że zakłócenia pochodzące od sygnałów cyfrowych znacznie pogarszają jakość obserwowanych przebiegów. Całkowite ich wyeliminowanie jest bardzo czaso- i materiałochłonne. Zakłócenia te wprawdzie w minimalnym stopniu są do zaobserwowania i w oscyloskopach fa-



Rys. 3 Poprawki na płytce zasilacza



Rys. 2 Poprawki na płytce wzmacniacza

brycznych. Poświęciliśmy trochę czasu na ich zredukowanie i podajemy rezultaty.

Zakłócenia dostają się do wejścia wzmacniacza przez sprzężenie pojemnościowe, promieniowanie pola elektromagnetycznego i przez zasilanie.

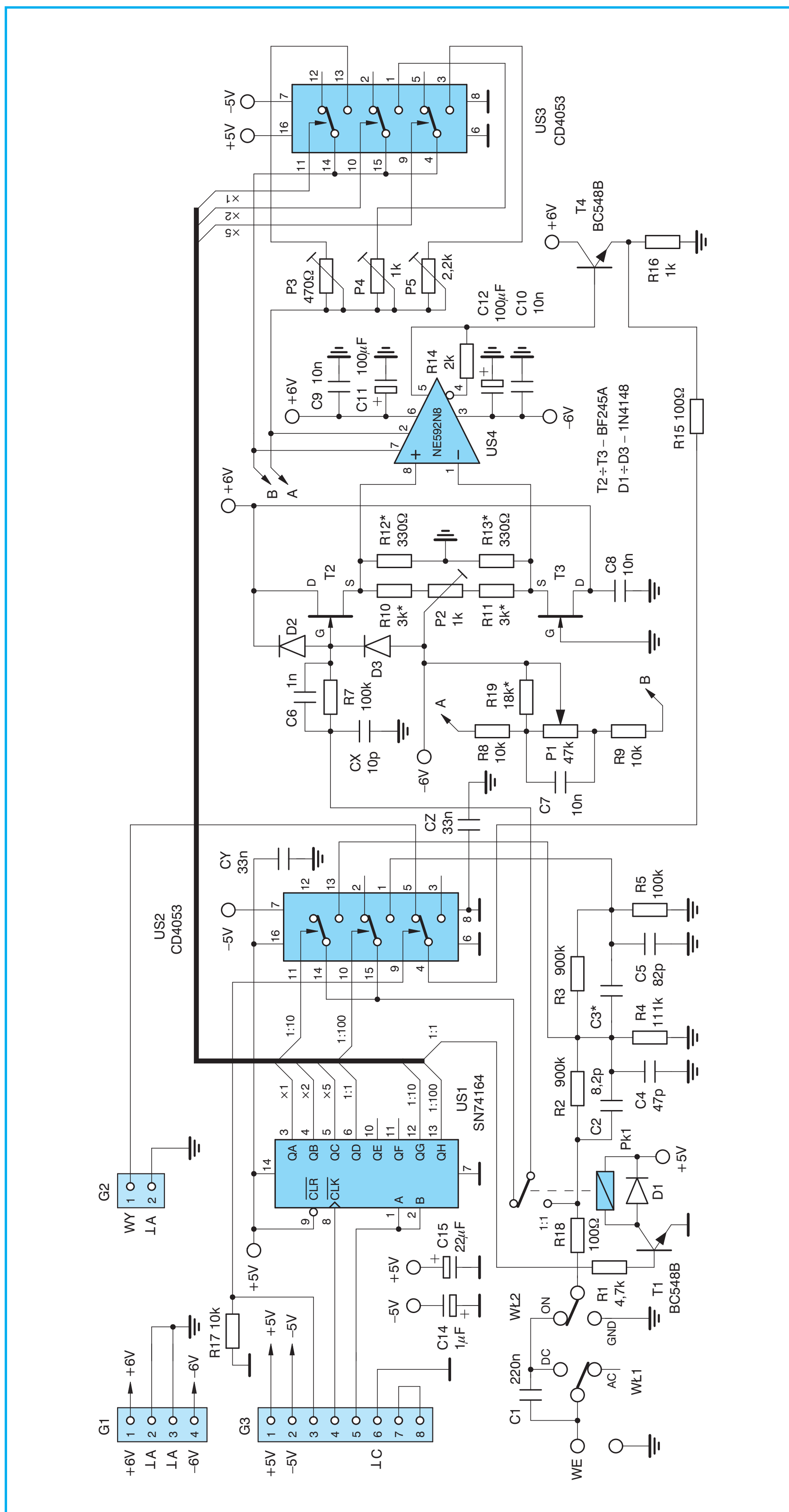
Bliskie położenie ścieżek zasilających układy cyfrowe US1 i US2 (na płytce wzmacniacza) względem wejścia wzmacniacza powoduje przenikanie zakłóceń do wejścia drogą pojemnościową. Zmniejszenie przenikania tą drogą uzyskuje się przez podłączenie kondensatorów o pojemności rzędu 33÷47 nF do obwodów zasilania części cyfrowej i masy analogowej bezpośrednio na płytce wzmacniacza. Jeden kondensator dołączyć do wyprowadzenia 8 US2 i masy analogowej w pobliżu C9 od strony druku. Drugi także od strony druku dołączyć do wyprowadzenia 16 US2 i masy analogowej w pobliżu nóżki 1 US2. Kondensatory powinny mieć możliwie najkrótsze wyprowadzenia.

Zakłócenia indukowane z pola elektromagnetycznego można zredukować stosując ekranowanie. Zastosowanie metalowej obudowy znacznie redukuje wpływ zakłóceń zewnętrznych. Wskazane jest zastosowanie przynajmniej płaskiej blaszki między płytkami wzmacniacza a płytkami części cyfrowej oscyloskopu. Powinna ona zostać uziemiona tzn. połączona z metalową obudową oscyloskopu. Obudowę należy dołączyć do masy na płytce zasilacza w pobliżu kondensatorów C3 lub C4.

Zmniejszenie poziomu zakłóceń rozprowadzanych przez zasilanie wymaga modyfikacji płytki zasilacza. W pierwszej kolejności należy odciąć ścieżkę masy dochodzącej do G2 od strony G4. W dalszym ciągu powinno zostać połączenie masy z US4 do G4. Brakującą masę analogową uzyskamy po połączeniu punktu „–„ kondensatora elektrolitycznego C3 z „–„ C9. Dodatkowo połączyć masę US2 ze ścieżką do masy US1. Zdecydowanie pogrubić ścieżkę łączącą „–„ prostownika PR1 z „+" prostownika PR2 (na płytce brak oznaczenia). Na całej długości tej ścieżki dolutować i pocynować drut miedziany o średnicy 0,7÷0,8 mm. Do tej właśnie ścieżki podłączyć obudowę oscyloskopu i ewentualnie ekran i rdzeń transformatora sieciowego.

Inny rodzaj zakłóceń jaki może pochodzić od zasilacza to zbyt duże tętnienia sieci. Szczególnie należy sprawdzić za pomocą oscyloskopu napięcie +6 V doprowadzane do płytki wzmacniacza. Wystąpienie tętnień świadczy o zbyt małym napięciu z transformatora pod obciążeniem (8 V/1 A). Należy dać inny transformator lub dowinąć kilkanaście zwojów. Zazwyczaj pomaga zwiększenie tego napięcia o 1÷2 V.

R.K.



Rys. 1 Poprawiony schemat ideowy wzmacniacza

Wykaz płytek drukowanych, układów programowanych i innych elementów

Poniżej prezentujemy cenniki płytek drukowanych, układów zaprogramowanych, programów, folii, zestawów i innych podzespołów dostępnych w sprzedaży wysyłkowej w „Praktycznym Elektroniku". Ceny płytek podane przy artykułach w archiwalnych numerach oraz na płycie CD-PE1 są nieaktualne.

Zamówienia przyjmujemy na kartach pocztowych, kuponach zamieszczanych w PE, faksem (**068-324-71-03**) oraz e-mailem (**reklama@pe.com.pl**). W zamówieniu prosimy podawać dokładnie i wyraźnie swój adres a pod adresem tylko numery płytek lub nazwy programów i podzespołów. Nie przyjmujemy zamówień telefonicznie. Zamówienia od firm przyjmowane są tylko w formie pisemnej z upoważnieniem do wystawienia faktury VAT bez podpisu odbiorcy.

Płytki drukowane, zaprogramowane układy oraz inne elementy oznaczone w wykazie gwiazdką będą sprzedawane do wyczerpania zapasów magazynowych.

Aktualny wykaz archiwalnych numerów znajduje się przy karcie zamówień.

◊ ***Redakcja***

Cennik płytek drukowanych

G.*	Generator z mostkiem Wiena	PE 1/92	0,58 zł
001	Analizator widma(kpl. 2 płytki)	PE 3/92	7,28 zł
002*	Transkoder SECAM–PAL	PE 3/92	1,79 zł
005*	Detektor zera	PE 3/92	1,15 zł
022*	Korektor–potencjometr elektroniczny	PE 4/92	1,59 zł
025*	Fonia czterocewkowa	PE 1/93	0,58 zł
034*	Analizator – pole odczytowe	PE 1/93	6,33 zł
035	Uniwersalny zasilacz	PE 1/93	1,86 zł
037*	Dekoder PAL TC 500D/E	PE 3/93	1,40 zł
038*	Dekoder PAL R202/A	PE 3/93	1,77 zł
040*	Zegar MC 1206	PE 2/92	4,45 zł
041*	Zegar MC 1206 – wyświetlacz	PE 2/93	2,14 zł
048*	Zegar MC 1206 – sekundy cyfrowe	PE 3/93	2,16 zł
053*	Kwarcowy generator 50 Hz	PE 4/93	1,15 zł
055*	Zasilacz do wzmacniacza antenowego	PE 4/93	1,15 zł
058*	Wzmacniacz z reg. barwy dźwięku	PE 5/93	7,21 zł
064*	Tranzystorowy korektor graf. we/wy	PE 6/93	1,28 zł
065*	Tranzystorowy korektor graf. filtry	PE 6/93	5,74 zł
066	Układ opóźnionego załączania kolumn	PE 6/93	1,30 zł
070*	Korektor graf. – pamięć charakt.	PE 7/93	5,60 zł
071*	Fonia do odbioru programu POLONIA	PE 5/93	0,71 zł
072*	Pływające światła – generator	PE 6/93	1,15 zł
075*	Sonda logiczna CMOS–TTL cyfrowa	PE 6/93	2,66 zł
078*	Fonia stereo do odbioru Astry	PE 6/93	1,35 zł
082*	Wzmacniacz odczytu do magnetofonu	PE 8/83	3,31 zł
083*	Komarołapka	PE 8/93	1,41 zł
088*	Częstościomierz – generator	PE 9/93	3,75 zł
091*	Częstościomierz – sterowanie	PE 10/93	3,31 zł
094*	Częstościomierz – preskaler 150 MHz	PE 12/93	1,15 zł
095	Radiotelefon na pasmo 27 MHz	PE 9/93	2,30 zł
099*	Przetwornik f/U	PE 10/93	4,00 zł
102	Korektor sygnału video	PE 12/93	2,17 zł
105	Wzm. mocy do radiotelefonu 27 MHz	PE 11/93	1,15 zł
108	Wzmacniacz mocy 150 W	PE 12/93	7,48 zł
109*	Układ logarytmujący	PE 12/93	2,12 zł
110*	Termometr –50 +100 C	PE 1/94	3,11 zł
111*	Automat Losujący	PE 1/94	3,11 zł
116*	Blokada tarczy telefonicznej	PE 2/94	1,32 zł
120*	Termometr – zasilanie bateryjne	PE 2/94	0,58 zł
122*	Konwerter UKF/FM + Dł/Śr	PE 2/94	0,58 zł
124*	Dekoder Pal do OTVC Rubin 714	PE 3/94	2,47 zł
126	Echo do CB radio	PE 3/94	2,10 zł
127*	Bootselektor do Amigi	PE 3/94	0,58 zł
130*	Spowalniacz do Amigi	PE 4/94	0,66 zł
131*	Stół mikserski – wzmacniacz sumy	PE 4/94	2,33 zł
133	Przedłużacz do pilota	PE 4/94	1,15 zł
135*	Zdalne ster. – pilot	PE 5/94	5,26 zł
137*	Zdalne ster. – odbiornik	PE 5/94	5,12 zł
139*	Zegar LM 8560	PE 5/94	2,88 zł
140*	Zdalne ster. – dekoder rozk.	PE 7/94	7,58 zł
145*	Układ do przegr. taśm magnetowid.	PE 6/94	2,83 zł
149*	Sampler do Amigi	PE 7/94	0,95 zł
154*	Oscyloskop – dzielnik wejściowy	PE 9/94	1,25 zł
160*	Kompandor	PE 9/94	2,24 zł
165*	Obrotomierz cyfrowy – mnożnik	PE 10/94	2,58 zł
169*	Stół mikserski – wsk. przester.	PE 11/94	1,58 zł
170*	Lampa sygnalizacyjna	PE 11/94	2,62 zł
171*	Symetryzator antenowy	PE 11/94	1,58 zł
174	Generator funkcyjny	PE 12/94	2,37 zł
176*	Analizator widma	PE 1/95	7,73 zł
177*	Układ kalibracji prądu podkładu	PE 12/94	3,61 zł
180*	Przedwzmacniacz antenowy	PE 12/94	1,15 zł
186	Generator funkcyjny – płyta główna	PE 1/95	10,36 zł
192*	Układ fonii satelitarnej	PE 2/95	2,47 zł
194*	Wykrywacz metali TRANSET 150	PE 3/95	2,21 zł
203*	Zdalne sterowanie oświetleniem	PE 5/95	2,36 zł
208	Mikrofon bezprzewodowy	PE 6/95	1,54 zł
210	Mikroprocesorowy zegar sterownik	PE 6/95	14,59 zł
212	Alarm samochodowy – pilot	PE 6/95	1,38 zł
213	Alarm samochodowy – centralka	PE 6/95	6,72 zł
214	Alarm samochodowy – radiopowiadom.	PE 7/95	3,55 zł
216	Mikorofon bezprzewodowy – odbiornik	PE 7/95	2,91 zł
222*	Włacznik wentylatora chłodnicy	PE 8/95	1,15 zł
223*	Przetwornik „True RMS"	PE 9/95	0,92 zł
229*	Przystawka do efektu „TREMOLO"	PE 10/95	0,87 zł
231*	Uniwersalna ładowarka akumul. Ni–Cd	PE 10/95	5,52 zł
232*	Uniwersalna ładowarka akumul. Ni–Cd	PE 10/95	2,90 zł
233	Mikropr. miernik częst. – pł.głów.	PE 10/95	3,08 zł
234	Mikropr. miernik częst. – mikropr.	PE 10/95	5,38 zł
235	Mikropr. miernik częst. – pł.przed.	PE 11/95	5,38 zł
236	Mikropr. miernik częst. – wzm. We	PE 11/95	6,70 zł
237	Preskaler 1,3 GHz	PE 12/95	1,15 zł
239	Dzwonek – „ZŁY PIES"	PE 11/95	4,86 zł
241*	Gwiazda betlejemska – diody	PE 11/95	10,06 zł
242*	Gwiazda betlejemska – automatyka	PE 11/95	2,55 zł
244*	Automatyczny wyłącznik do domofonu	PE 12/95	0,83 zł
245*	Zasilacz z woltomierzem i amper.	PE 12/95	14,29 zł
251*	Dodatkowe światło STOP w samocho.	PE 1/96	0,59 zł
252*	Echo i pogłos elektroniczny	PE 1/96	9,79 zł
254	Super Bass	PE 2/96	1,59 zł
255*	Elektroniczna ruletka	PE 2/96	3,86 zł
258*	Regulator żarówek halogenowych	PE 3/96	2,93 zł
259*	Generator wzorcowy 50 Hz	PE 3/96	1,15 zł
262*	Sterownik świateł ulicznych	PE 3/96	1,47 zł
263*	Generator szumu układy dodatkowe	PE 4/96	1,22 zł
264*	Przetwornica +5 V na –5 V	PE 4/96	1,67 zł
268*	Rejestrator sygnałów cyfrowych	PE 6/96	9,78 zł
270*	Zasilacz napięcia zmiennego	PE 5/96	3,76 zł
271*	Automat perkusyjny – generator	PE 5/96	4,34 zł
272*	Automat perkusyjny – matryca	PE 5/96	1,74 zł
273*	Automat perkusyjny – instrumenty	PE 6/96	5,22 zł
274*	Automatyczny włącznik zapisu	PE 6/96	0,63 zł

277*	Elektroniczny stroik do gitary	PE 7/96	0,79 zł
280*	Centralka domofonu – płyta przednia	PE 8/96	1,20 zł
281*	Prosty betametr	PE 8/96	0,58 zł
286*	Automat. wyłącznik ster. światłami	PE 9/96	4,32 zł
290*	Intervox	PE 10/96	1,45 zł
292	Przetwornica DC/DC 12V/±30V	PE 10/96	6,56 zł
294*	Kontroler stanu akum. samochodego	PE 10/96	1,15 zł
296	Samochodowy wzmacniacz HiFi –100 W	PE 11/96	5,67 zł
299	Jednozakr. wolt–amper. 3/5 cyfry	PE 12/96	3,42 zł
300	Zasilacz laboratoryjny 2001	PE 12/96	7,80 zł
301	Zasilacz lab. z przetwornikiem. C/A	PE 1/97	5,29 zł
302	Zasilacz laboratoryjny – mikroproc.	PE 1/97	14,95 zł
305*	Zabawka – tester refleksu	PE 12/96	8,68 zł
307*	Miernik poziomu hałasu	PE 1/97	2,88 zł
309	Wzmacniacz mocy MOSFET – TDA 7296	PE 3/97	3,11 zł
311*	Programowany tajmer	PE 2/97	11,32 zł
312	Dekoder SURROUND	PE 2/97	6,65 zł
314	Imobilajzer z oszukiwaczem do sam.	PE 2/97	5,30 zł
315*	Domowy telefon – zabawka	PE 3/97	1,44 zł
317	Aparat (pod)słuchowy	PE 3/97	2,19 zł
318	Siedmiokanałowy analizator widma	PE 3/97	9,59 zł
320*	Mostek R L C	PE 4/97	4,93 zł
321	Generator PAL ster. mikroprocesorem	PE 4/97	4,58 zł
322*	Elektr. przerywacz kierunkowskazów	PE 4/97	1,38 zł
323*	Precyzyjny miernik wysterowania VU	PE 4/97	3,74 zł
327*	Pozycjoner – pilot	PE 5/97	2,58 zł
330*	Przetwornica do żarówek halog.	PE 6/97	3,14 zł
331*	Tester pilotów	PE 5/97	1,38 zł
334*	Sygnalizator dźwiękowy gotow. słoi	PE 6/97	2,02 zł
335*	Konwerter ultradźwiękowy	PE 6/97	3,71 zł
336	Uniwersalny zasilacz LM 317, LM 350	PE 7/97	2,56 zł
337	Mikro. sonda do pom. częstotliwości	PE 7/97	5,67 zł
338*	Zasilacz impulsowy	PE 7/97	6,27 zł
339*	Programator do tunera telewizyjnego	PE 7/97	10,25 zł
341*	Tester pojemności akumulat. Ni–Cd	PE 8/97	5,67 zł
342*	Szybka, uniwersalna ładowarka	PE 8/97	13,23 zł
343*	Wykrywacz kłamstw	PE 8/97	1,48 zł
348*	Sterownik regulator temperatury	PE 9/97	2,47 zł
352*	Przystawka logarytmująca	PE 10/97	2,83 zł
355	Śnieżne gwiazdki na choinkę	PE 11/97	2,55 zł
356*	Urządzenie usuwające osad w instal.	PE 11/97	1,77 zł
358*	Korektor wizyjny – korektor RGB	PE 12/97	8,00 zł
361*	Akustyczny próbnik przejścia	PE 11/97	1,38 zł
364*	Komputerek samochodowy	PE 12/97	6,33 zł
365	Video korektor – rozkodowyw. kaset	PE 12/97	9,05 zł
367*	Fazowy sterownik mocy	PE 12/97	4,12 zł
368*	Mini generator serwisowy	PE 1/98	1,86 zł
370*	Sterownik semaforów i zwrotnic	PE 2/98	3,25 zł
372	Częstościo. z aut. zmianą zakresu	PE 1/98	5,23 zł
373	Generator funk. 10 MHz pł. czołowa	PE 3/98	15,85 zł
374	Generator funk. 10 MHz sterownik	PE 3/98	6,69 zł
375	Generator funk. 10 MHz pł. główna	PE 3/98	9,41 zł
376	Generator funk. 10 MHz pł. zasilacza	PE 3/98	2,54 zł
378*	Impulsowy stabilizator napięcia	PE 1/98	1,86 zł
379*	Elektroniczny symulator rezystancji	PE 2/98	4,78 zł
380	Dekoder informacji doadtkowych RDS	PE 2/98	1,68 zł
382*	Płynne wygaszanie oświetlenia w sam.	PE 2/98	1,77 zł
384*	Aktywny rozdzielacz sygnału antenow.	PE 3/98	5,03 zł
386*	Układ kontroli przepalenia żarówki	PE 3/98	2,07 zł
387	Dekoder RDS – część mikroprocesorowa	PE 3/98	6,65 zł
388	Generator impulsów	PE 4/98	7,57 zł
391*	Elektroniczny potencjometr wieloobrot.	PE 4/98	5,52 zł
392*	Dźwiękowy sygnalizator samochodu	PE 4/98	1,38 zł
394	Samokalibrujący miernik LC	PE 4/98	10,67 zł
395	Uniwersalna karta we–wy do IBM PC	PE 5/98	13,17 zł
396*	Wzmacniacz – przystawka do telefonu	PE 5/98	2,77 zł
399	Miniaturowa kamera telewizyjna	PE 5/98	5,12 zł
400	Radiopow. o dużym zasięgu – nadajnik	PE 6/98	4,84 zł
401	Radiopow. o dużym zasięgu – odbiornik	PE 7/98	7,73 zł
402*	Miernik częstotl. – przystawka do PC	PE 6/98	2,02 zł
403	Stół mikserski – wzmacniacz kanałowy	PE 6/98	5,97 zł
404	Stół mikserski – wzmacniacz	PE 7/98	5,68 zł
405	Stół mikserski – wzmacniacz sumy	PE 6/98	5,97 zł
406*	Zasilacz impulsowy 12V/10A	PE 6/98	7,62 zł
408	Stół mikserski – wskaźnik wysterow.	PE 7/98	5,97 zł
409	Stół mikserski – korektor graficzny	PE 7/98	9,58 zł
410*	Zabezp. mieszkania z radiopowiad.	PE 7/98	6,14 zł
411*	Miniaturowy zasilacz impulsowy	PE 7/98	2,78 zł
412*	Modulator wizyjny	PE 7/98	2,17 zł
413	Wzmacniacz mocy w.cz.	PE 8/98	4,54 zł
416	Uniwersalny sterownik silników krokow.	PE 8/98	4,16 zł
418	Kompletny wzmacniacz m.cz. 2x40 W	PE 8/98	15,57 zł
419	Gwiazda betlejemska–ozdoba	PE 11/98	4,82 zł
420	Modulator–nadajnik TV małej mocy	PE 9/98	3,90 zł
421	Regulator temperatury do lodówki	PE 9/98	16,40 zł
422*	Woltomierz ze skalą logarytmiczną	PE 9/98	16,40 zł
423*	Moduł przetwornika wartości skutecz.	PE 10/98	2,09 zł
424*	Peak Hold Level Meter	PE 9/98	3,86 zł
425	Prostownik z układem UC 3906	PE 9/98	3,61 zł
426	Mikroprocesorowy regulator mocy	PE 10/98	5,60 zł
427	Totalnie odlotowy zmieniacz mowy	PE 11/98	3,84 zł
429*	Kontroler napięcia akumul. w latarce	PE 10/98	1,73 zł
430*	Rotujący zegar	PE 10/98	4,84 zł
432	Tester żarówek do samochodu	PE 11/98	2,82 zł
433	Bezprzewodowy dzwonek + bariera opto	PE 11/98	5,44 zł
434	Generator Sygnałów małej częstot.	PE 12/98	6,34 zł
435*	Efekt gitarowy „Distortion”	PE 12/98	2,90 zł
436*	Sygnalizator cofania do samochodu	PE 12/98	2,07 zł
437*	Mini automat perkusyjny	PE 12/98	3,19 zł
438*	Mikroprocesorowy zamek szyfrowy.	PE 12/98	2,79 zł
440*	Antyusypiacz dla kierowców	PE 1/99	2,30 zł
441	Generator obrazu TV – PAL	PE 2/99	8,45 zł
442*	Tester wzmacniaczy operacyjnych	PE 1/99	3,51 zł
444	Systemy komputerowe dla każdego	PE 1/99	2,86 zł
445	Programator mikrokontrolerów AVR	PE 2/99	14,72 zł
446*	Detektor gołoledzi	PE 1/99	3,28 zł
447*	Disko – błysk	PE 2/99	8,63 zł
449*	Migająca strzałka z wykrzyknikiem	PE 4/99	5,69 zł
450	Oscyloskop cyfrowy – wzm. we.	PE 2/99	6,73 zł
451	Oscyloskop cyfrowy – rejestrator	PE 6/99	15,07 zł
452	Oscyloskop cyfrowy – procesory	PE 5/99	17,60 zł
453	Oscyloskop cyfrowy – zasilacz	PE 7/99	3,85 zł
454	Oscyloskop cyfrowy – klawiatura	PE 7/99	7,53 zł
455*	Refleksomierz – miernik czasu reakcji	PE 3/99	5,58 zł
456*	Scalony generator funkcyjny	PE 2/99	4,20 zł
457	Sterownik wentylatora łazienkowego	PE 4/99	4,60 zł
458	Synteza do tunera UKF	PE 4/99	10,58 zł
459	Stacja lutownicza – regulator temper.	PE 3/99	10,33 zł
460	Programator procesorów ATMEL	PE 4/99	13,34 zł
462*	Ściemniacz oświetlenia wnętrza auta	PE 5/99	2,30 zł
463*	Symulator obecności domowników	PE 6/99	6,73 zł
465	Samochodowy wzm. mocy 4 x 70W	PE 4/99	9,49 zł
466	Przedwzmacniacz samochodowy	PE 5/99	12,31 zł
467	Korektor do przedwzmacniacza samoch.	PE 6/99	8,63 zł
470	Generator UKF	PE 7/99	5,06 zł
471	Generator UKF – synteza częstotliw.	PE 9/99	11,96 zł
472	Ultradźwiękowy odstraszacz psów	PE 6/99	1,73 zł
473	Dekoder dźwięku Canal+	PE 1/00	3,39 zł
474*	Mikroprocesorowy stroik do gitary	PE 7/99	6,27 zł
475	Laboratoryjny zasilacz 0–30V/5A	PE 9/99	12,08 zł
476	Uniwersalny tajmer	PE 7/99	3,91 zł
477	Mikrofon kierunkowy	PE10/99	4,08 zł
478	Programator PIC16F83/84, 16C84	PE 8/99	2,99 zł
479	Tłumik regulowany w.cz.	PE 8/99	10,24 zł

480	Mikroprocesorowy wykrywacz metali	PE 7/99	3,22 zł
481*	Kostka do gry	PE 8/99	2,30 zł
482	Synchronizator linii obrazu TV	PE 8/99	12,59 zł
483	Transmisja danych siecią	PE11/99	6,33 zł
484	Szybka ładowarka do akumul. NiCd	PE 9/99	3,45 zł
485	Prosty zasilacz sieciowy	PE 8/99	8,68 zł
486	Sonda napięciowa	PE 9/99	3,22 zł
487	Analogowo–cyfrowy miernik pojemności	PE 9/99	3,74 zł
488*	Wzm. samochodowy z zasil. –/+12V	PE 10/99	7,48 zł
489	Emulator mikrokontrolera AT89C2051	PE 10/99	10,81 zł
490	Analogowo–cyfrowy miernik częstotliw.	PE 10/99	3,74 zł
491	Charakterograf – przystawka do oscylo.	PE 10/99	6,67 zł
495	Transmisja danych siecią moduł wykon.	PE 5/00	6,20 zł
496	Wentylator do PC	PE12/99	2,88 zł
497	Termometr diodowy od –8C do +30C	PE11/99	6,44 zł
498	Analogowo–cyfrowy miernik indukcyj.	PE11/99	12,08 zł
499	Zasilacz laboratoryjny 0–30V/5A	PE11/99	8,28 zł
500	Radiopowiadomienie 433 MHz	PE11/99	7,71 zł
501	Wzorcowy generator kwarcowy z dziel.	PE12/99	3,74 zł
502	Miniaturowy generator funkcyjny	PE12/99	3,74 zł
504	Regulator obrotów	PE 1/00	4,14 zł
506	Generator napisów do magnetowidu	PE12/99	4,95 zł
507	Układ Surround do zestwu stereo	PE 1/00	8,80 zł
508	Regulator temperatury	PE 1/00	9,78 zł
509	Od'PIC'owany budzik	PE 2/00	10,29 zł
510	Prosty radiotelefon na pasmo 433 MHz	PE 3/00	3,85 zł
511	Licznik taśmy do magnetofonu	PE 4/00	4,51 zł
513	Dekoder NICAM	PE 6/00	6,70 zł
514	Syrena policyjna	PE 2/00	2,30 zł
516	Walkmen dla zakochanych	PE 2/00	2,53 zł
517	Zdalne sterowanie oświetleniem cz.1	PE 3/00	9,78 zł
519	Mikser audio do udźwiękowiania filmów	PE 3/00	22,77 zł
520	Minutnik	PE 3/00	8,28 zł
521	Analizator widma z pamięcią	PE 3/00	3,91 zł
522	Zdalne sterowanie oświetleniem cz. 2	PE 4/00	4,18 zł
523	Zdalne sterowanie oświetleniem cz. 3	PE 4/00	3,30 zł
524	Elektroniczna szczurołapka	PE 4/00	2,64 zł
525	Sygnalizator cofania do samochodu	PE 4/00	8,58 zł
526	Kondensatorowa przetwornica +/–12V	PE 4/00	3,08 zł
527	Zegar szachowy	PE 5/00	10,65 zł
528	Subwoower aktywny – kino domowe	PE 5/00	2,80 zł
529	Wzmacniacz mocy 2x120W	PE 5/00	9,85 zł
531	Zamek szyfrowy	PE 5/00	3,75 zł
532	Stabilizator wstępny ograniczający moc strat w tranzystorach szeregowych zasilaczy laboratoryjnych	PE 06/00	4,40 zł
533	Cyfrowy termometr 2 i 1/2 cyfry	PE 6/00	6,45 zł
534	Przedwzmacniacz gramofonowy	PE 6/00	6,80 zł
535	Elektroniczny dzwonek rowerowy	PE 6/00	2,50 zł
537	Cyfrowy barometr	PE 7/00	6,45 zł
538	Konwerter telewizyjny	PE 7/00	2,70 zł
539	Podłączenie dodatkowego wzm. mocy do radioodtwarzacza samochodowego	PE7/00	4,80 zł
540	Miniwoltomierz	PE 7/00	3,10 zł
541	Elektroniczna kostka do gry	PE 7/00	3,90 zł

Zaprogramowane układy

Nazwa	Opis programu	Cena
BUDZIK	od'PIC'owany zegar–budzik	45,00 zł
CZĘSTO	miernik częstotliwości	33,00 zł
EMULAT	emulator 89C2051	38,00 zł
KOSTKA	kostka do gry	12,00 zł
GENER	generator impulsów	38,00 zł
LC	miernik LC	30,00 zł
LICZ	licznik taśmy do magnetofonu	40,00 zł
MIERNIK	miernik częstotliwości do wyświetlacza LCD 2x24	15,00 zł
MIERNIK II	miernik częstotliwości do wyświetlacza LCD 2x16	15,00 zł
OBRAZ	generator obrazu testowego PAL	25,00 zł
OSCYLO	zestaw zaprogramowanych układów do oscyloskopu cyfrowego	150,00 zł
PAL	generator testowy PAL	33,00 zł
PECET*	sonda do pomiaru częstotliwości	28,00 zł
POZYCJONER	pozycjoner satelitarny	30,00 zł
RDS	dekoder RDS	35,00 zł
REGULATOR	regulator mocy	25,00 zł
RISC	programator mikrokontrolerów AVR	40,00 zł
SIEĆ	inteligentny budynek	35,00 zł
SILNIK	sterownik silnika krokowego	12,00 zł
SKRZYŻOWANIE	dydaktyczne PLD	12,00 zł
SONDA*	sonda do pomiaru częstotliwości	25,00 zł
SYNTEZA	synteza do tunera UKF	35,00 zł
SZACH	zegar szachowy	40,00 zł
SZYFR*	zamek szyfrowy	40,00 zł
TESTER*	tester pojemności ogniw akumulatorków Ni–Cd	25,00 zł
TERMO	regulator temperatury	35,00 zł
UKF	generator serwisowy UKF	30,00 zł
WEN	regulator obrotów	25,00 zł
WOLTOMIERZ	laboratoryjny woltomierz	35,00 zł
WYKR	wykrywacz metali	30,00 zł
WZM	układ do zestawu wzmacniacza samochodowego	40,00 zł
VIDEO	rozkodowywacz kaset video	32,00 zł
ZEGAR	zegar–budzik	12,00 zł
ZASILACZ	mikroprocesorowy zasilacz 2000	20,00 zł

Dyskietki i płyty z oprogramowaniem

CD–PE1	CD–ROM z archiwalnymi numerami Praktycznego Elektronika 1992–97	30,00 zł
CD–RISC	CD–ROM z programami i dok. RISC	35,00 zł
DYSK–RISC	dyskietka z programami RISC	25,00 zł
DYSK–SIEĆ	inteligentny budynek	10,00 zł
MODEM	dyskietka do transmisji danych siecią	22,00 zł
OSD	dyskietka do generatora napisów	30,00 zł
PIC	dyskietka do programatora PIC	10,00 zł
PROGAT	dyskietka do programatora ATMELI	25,00 zł

Obudowy, folie, zestawy i inne

OBUDOWY

OB459	obudowa do stacji lutowniczej	25,00 zł
OB482	obudowa do synchronizatora linii obrazu TV	25,00 zł
OB486	obudowa do sondy napięciowej	6,50 zł

FOLIE

F486	folia do sondy napięciowej	2,60 zł
F487	folia do analogowo–cyfrowego miernika "C"	2,60 zł
F490	folia do analogowo–cyfrowego miernika "f"	2,60 zł
F491	folia do charakterografu – przystawki do oscyloskopu	2,60 zł
F498	folia do analogowo–cyfrowego miernika "L"	2,60 zł
F501	folia do wzorcowego generatora kwarcowego	2,60 zł
F502	folia do generatora funkcyjnego	2,60 zł
F521	folia do analizatora widma	4,50 zł

ZESTAWY

Z487	zestaw do analogowo–cyfrowego miernika "C"	26,50 zł
Z490	zestaw do analogowo–cyfrowego miernika "f"	26,50 zł
Z498	zestaw do analogowo–cyfrowego miernika "L"	26,50 zł
Z501	zestaw do wzorcowego generatora kwarcowego	34,50 zł
Z502	zestaw do generatora funkcyjnego	45,50 zł

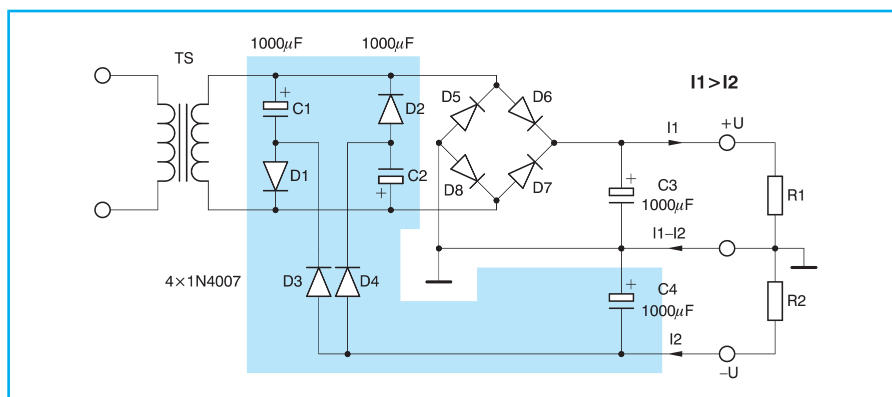
	INNE PODZESPOŁY		ODR433	odbiornik superreakcyjny 433 MHz	15,70 zł
MAX712	układ do ładowarki akumulatorów NiMH	27,00 zł	STV 5730A	układ do generatora napisów	45,00 zł
MAX713	układ do ładowarki akumulatorów NiCl	27,00 zł	Q17,7	rezonator kwarcowy	5,00 zł
MAX775	układ do zasilacza –12V (wzm. samochodowy)			do generatora napisów	
20,00 zł			MPX 4115A	czujnik do cyfrowego barometru	95,00 zł
RDZEŃ	rdzeń z karkasem do	5,00 zł	WT 262 100 kW	potencjometr wieloobrotowy	4,00 zł
	ładowarki akumulator.		OSC–LCD	wyświetlacz LCD typu:	280,00 zł
	rdzeń z karkasem do wzmacniacza	5,00 zł		PG 128128 LRS–ATA–B	
	samochodowego z zasilaczem –12V				
NAD433	nadajnik radiowy 433 MHz	14,70 zł		**PANELE**	
ODH433	odbiornik radiowy	87,00 zł	P475	panel do laboratoryjnego	30,00 zł
	z przemianą częstotliwości 433 MHz			zasilacza czterozaciskowego	

Pomysły układowe dodatkowy zasilacz napięcia ujemnego

Przeglądając stare schematy natknąłem się na ciekawy układ dodatkowego zasilacza napięcia ujemnego. Rozwiązanie to może okazać się przydatne wszędzie tam gdzie istnieje już zwykły zasilacz napięcia dodatniego z prostownikiem pełnookresowym pracującym w układzie Graetz'a. Jak mi się dotychczas wydawało wykonanie zasilacza napięcia ujemnego wymagało przeróbki układu polegającej na zamianie prostownika pełnookresowego na dwa prostowniki półokresowe. Drugim nasuwającym się rozwiązaniem było zamontowanie odrębnego transformatora. Okazuje się jednak, że z tego problemu można wybrnąć inaczej. Schemat takiego rozwiązania przedstawiono na rysunku 1.

Klasyczny prostownik pełnookresowy dostarcza tu napięcia dodatniego +U wzglę-dem masy. Masa w tego typu układach nie łączy się z żadnym wyjściem uzwojeń transformatora sieciowego. Dodatkowe elementy zasilacza napięcia ujemnego zostały namalowane na niebieskim tle. Jak widać wystarczą tylko cztery diody prostownicze D1÷D4 i trzy kondensatory elektrolityczne C1, C2, C4. Zasilacz napięcia ujemnego pracuje także w układzie pełnookresowym. Układ ten posiada jedno bardzo istotne ograniczenie, o którym należy koniecznie pamiętać. Prąd pobierany ze źródła napięcia dodatniego musi być większy od prądu pobieranego ze źródła napięcia ujemnego. W praktyce wskazane jest aby różnica ta wynosiła nie mniej niż 10%. Teoretycznie wystarczy aby prąd pobierany ze źródła ujemnego nie był większy od prądu ze źródła dodatniego, ale powszechnie wiadomo, że to co działa w teorii niekoniecznie musi działać w praktyce. W układach w których powyższy warunek nie jest zachowany, dotyczy to zwłaszcza urządzeń ze wzmacniaczami operacyjnymi, można obciążyć źródło napięcia dodatniego rezystorem o wartości takiej aby prąd I1 był większy od I2.

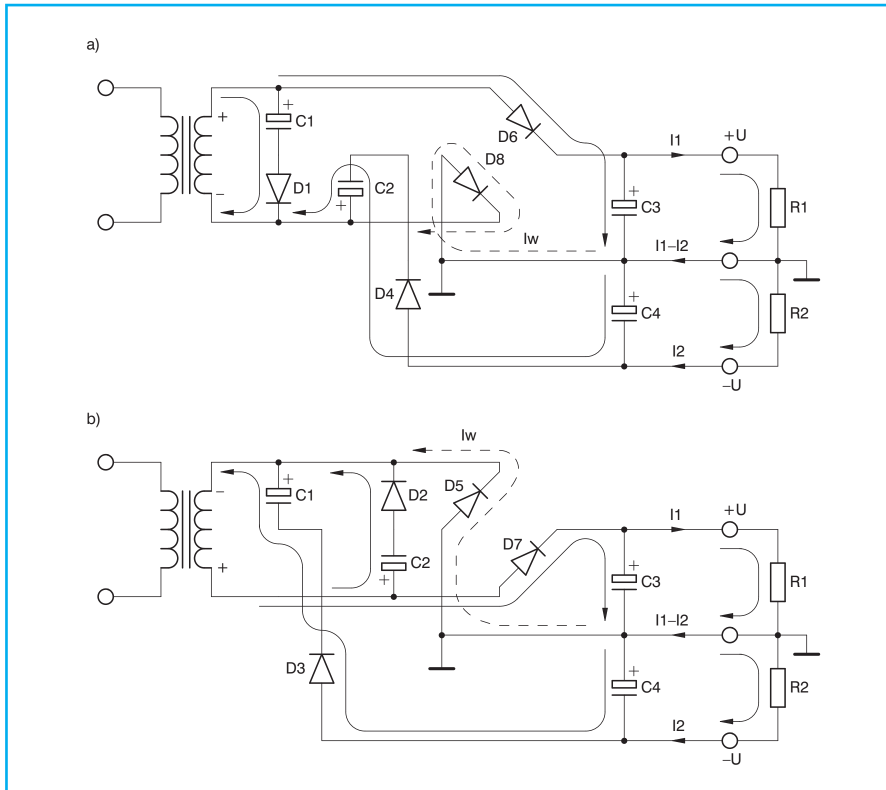
Zakres prądów dostarczanych przez oba zasilacze pokrywa się. Zbliżone są także tętnienia napięcia na wyjściu. Zasilacz napięcia ujemnego dostarcza napięcia o ok. 1 V niższego niż zasilacz napięcia dodatniego, a także posiada trochę większą rezystancję wyjściową. W praktyce jeżeli w urządzeniu stosuje się stabilizatory nie ma to większego znaczenia. Wartości kondensatorów C1, C2, C4 powinny być równe wartości kondensatora C3, choć nic nie stoi na przeszkodzie aby były większe. Działanie układu sprawdziłem zarówno praktycznie jak i teoretycznie. Przy kondensatorach 1000 μF i napięciu zmiennym wynoszącym 10 V zasilacz obciążony prądem ok. 200 mA dostarczał napięć +12,5 V oraz –11,5 V.



Rys. 1 Schemat ideowy dodatkowego zasilacza napięcia ujemnego

Układ jest na tyle ciekawy, że zacząłem się zastanawiać skąd wynika ograniczenie na różnicę prądów I1>I2. Aby zrozumieć to zjawisko konieczne jest prześledzenie cyklu pracy całego zasilacza. Na rysunku 2 przedstawiono rozpływ prądów w zasilaczu dla dwóch połówek napięcia zmiennego dostarczanego przez transformator sieciowy TS. W czasie gdy górna końcówka uzwojenia wtórnego transformatora ma napięcie dodatnie względem końcówki dolnej prąd z transformatora pobierany jest impulsowo w chwili gdy napięcie wyjściowe transformatora jest bliskie maksimum (rys. 2a). W tym czasie ładowany jest kondensator C1 za sprawą spolaryzowanej w kierunku przewodzenia diody D1. Kondensator ten gromadzi energię, która zostanie wykorzystana w następnym cyklu pracy. Jednocześnie ładowany jest kondensator C3 w filtrze wyjściowym zasilacza napięcia dodatniego przez spolaryzowaną w kierunku przewodzenia diodę D6.

Z drugiej strony kondensator C2 naładowany do napięcia szczytowego dostarczanego przez transformator w poprzednim cyklu (przy przeciwnej polaryzacji napięcia na wyjściu transformatora) powoduje ładowanie kondensatora C4 przez diodę D4. Prąd ładowania może zamknąć się tylko przez kondensator C3.



Rys. 2 Rozpływ prądów w układzie

Zatem w tym cyklu prąd ładowania C3 i C4 jest taki sam. Równomierność napięć na kondensatorach C3 i C4 uzyskuje się dzięki temu, że w układzie przez diodę D8 przepływa prąd wyrównawczy I_W (oznaczony na rys. 2a linią przerywaną). Prąd ten pojawia się tylko wtedy, gdy różnica prądów I1 i I2 jest dodatnia, tzn. prąd pobierany ze źródła napięcia dodatniego jest większy niż ze źródła napięcia ujemnego. Spolaryzowanie diody D8 w kierunku przewodzenia sprawia, że napięcie kondensatora C2 jest odniesione do potencjału masy, zapewniając tym samym równomierny rozkład napięć na kondensatorach C3 i C4. Wartość prądu wyrównawczego I_W jest tym większa im większa jest różnica prądów I1 i I2. W krańcowym przypadku, gdy ze źródła napięcia ujemnego nie jest pobierany żaden prąd, wartość prądu wyrównawczego równa jest całkowitemu prądowi ładowania kondensatora C3. Wartość napięcia na spolaryzowanej w kierunku przewodzenia diodzie D8 wynosi ok. 1 V. Spadek ten odpowiedzialny jest za różnicę napięć pomiędzy napięciem dodatnim i ujemnym.

W sytuacji gdy prąd I1 jest mniejszy od I2 dioda D8 jest spolaryzowana w kierunku zaporowym. W efekcie tego napięcie na wyjściu dodatnim wzrasta, a na ujemnym maleje. Natomiast różnica napięć dodatniego i ujemnego pozostaje mniej więcej stała. Układ zachowuje się jak zwykły podwajacz napięcia.

Podobna sytuacja ma miejsce przy drugiej połówce napięcia zmiennego, kiedy to dolna końcówka transformatora jest dodatnia względem górnej. Rozpływ prądów w takim przypadku przedstawiono na rysunku 2b. Podobnie jak poprzednio prąd wyrównawczy I_W płynie w tym samym kierunku, z tym że teraz przez diodę D5.

Opisane wyżej zjawiska mają miejsce tylko w czasie trwania szczytu napięcia zmiennego. Przez pozostałe części cyklu prąd płynący przez obciążenie R1 i R2 pobierany jest z kondensatorów C3 i C4. Na rysunku 2 pominięto diody które są spolaryzowane w kierunku zaporowym.

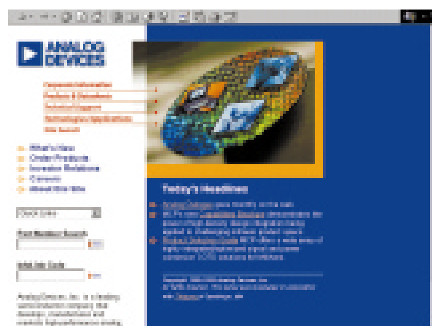
Oczywiście opisany układ można wykorzystać do tworzenia napięcia dodatniego w zasilaczu z głównym napięciem ujemnym. W takim przypadku wystarczy na schemacie z rysunku 1 zmienić polaryzację wszystkich ośmiu diod i wszystkich czterech kondensatorów na przeciwną, a otrzyma się odpowiedni schemat.

◊ *Jarosław Kot*

Jak widać, postęp w elektronice dotyczy nie tylko procesorów i urządzeń stosowanych w transmisji danych z ogromnymi prędkościami. Firmy elektroniczne nie zapominają także o rzeczach tak bliższym nam – elektronikom amatorom – jak stabilizatory napięcia czy układy cyfrowe serii 74. Jednak ich zastosowania podporządkowane są urządzeniom o rosnącej stale skali integracji i coraz większych mocach obliczeniowych... czy oznaczać to będzie że z rynku nowości znikną wkrótce elementy dyskretne?....



■ Firma Analog Devices przedstawiła pierwszy trzydziestodwukanałowy przetwornik cyfrowo-analogowy. AD 5532 jest produkowany w obudowie LFBGA o wymiarach 12×12 mm, co sprawia że w obecnej chwili udostępnia najwięcej czternastobitowych kanałów C/A na takiej powierzchni. Dodatkowo, szeroki zakres regulacji napięcia wyjściowego (do 20 V) pozwala na uniknięcie zewnętrznych wzmacniaczy czy filtrów. Układ może pracować także w trybie próbkowania *sample-and-hold*, dostępna jest również wersja umożliwiająca tylko taką pracę – AD 5533. Cena to odpowiednio 49,95 $ za AD 5532 i 32 $ za AD 5533, w partiach powyżej tysiąca sztuk.



■ Analog Devices uruchamia produkcję najmniejszego na rynku przetwornika napięcia przeznaczonego do zastosowania w układach chłodzenia i zasilania procesorów Pentium III oraz Athlon, które to układy wymagają prądów o natężeniach sięgających 60 A. Połączenie dwufazowego, symetrycznego układu PWM, pomiaru prądu pojedynczym rezystorem oraz opracowanej przez firmę technologii ustalania napięcia ADOPT (Analog Devices Optimal Positioning Technology) pozwala na zmniejszenie wymaganych elementów zewnętrznych i znaczne obniżenie poboru mocy. Cena układu ADP 3160 wynosi 1,93 $ za sztukę w partiach powyżej 1000 sztuk.

■ Fairchild Semiconductor wprowadził na rynek nowe ośmio- i dziesięciobitowe, potrójne przetworniki DAC, których podstawowym przeznaczeniem są karty graficzne. Układy FMS 3810KRC, FMS 3815KRC, FMS 3820KRC, FMS 3110KRC, FMS 3115KRC oraz FMS 3120KRC przy częstotliwościach 100÷200 MHz umożliwią uzyskiwanie lepszej jakości obrazu RGB, a są rozwinięciem popularnej serii TMS 3xx3.



■ Fairchild Semiconductor dodał dwa urządzenia do szybko rosnącej rodziny produktów LVT, są to układy 74LVTH162373 oraz 74LVTH162374, odpowiednio zatrzask i przerzutnik filp-flop. Obydwa urządzenia są szesnastobitowe, posiadają trójstanowe wyjścia z wewnętrznymi rezystorami i regulowanym poziomem (3,3÷5 V). Wydajność prądowa wyjść to +64/–32 mA, a czas propagacji wynosi 2,3 ns przy zasilaniu 3,3 V. 74LVTH162373 i 74LVTH162374 są kompatybilne z odpowiednimi urządzeniami standartowej serii 74. Umieszczane są w czterdziestoośmiopinowych obudowach SSOP i TSSOP, a ich cena to 1,05 $ w partiach powyżej tysiąca sztuk.

◊ *Marcin Witek*
elin@pe.com.pl